

УДК 914/919
М. С. Оборин

Карбоновое земледелие как элемент климатической стратегии

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени
Г.В. Плеханова», Пермский институт (филиала), г. Пермь,
Российская Федерация;
ФГБУН «Пермский государственный национальный
исследовательский университет», г. Пермь,
Российская Федерация;
ФГБОУ ВО «Пермский государственный
аграрнотехнологический университет им. ак.
Д. Н. Прянишникова»,
г. Пермь, Российская Федерация
e-mail: recreachin@rambler.ru

Аннотация. Текущий вектор социально-экономической стратегии большинства стран складывается таким образом, что глобальные климатические тенденции являются одним из ключевых направлений. Основной проблемой является регулирование глобального потепления, оптимизация ущерба и сохранение баланса устойчивого развития, которого можно добиться за счет интеграции рационального земледелия, сельского хозяйства, восстановления почв и декарбонизации биосферы. Снижение углерода является важной задачей, реализуемой в условиях карбонового земледелия.

В настоящее время есть основания полагать, что в будущем сельскохозяйственная продукция окажется под воздействием нормативно-правового регулирования развитых стран. Поскольку сельскохозяйственная отрасль находится под особой защитой в соответствии с регламентом Европейского союза, становится очевидным, что в целях повышения уровня конкуренции на внутреннем рынке Еврокомиссия будет использовать углеродный корректирующий механизм, как средство защиты европейского сельхозпроизводителя. Данная мера обяжет страны, экспортирующие сельскохозяйственную продукцию, снизить объем выбросов парниковых газов, генерируемых деятельностью сельскохозяйственных предприятий, с целью экономии средств на выплаты. Кроме того, эта тенденция будет усиливаться в будущем из-за общего усиления давления на секторы экономики, охватывающие коммерческую деятельность предприятий, с целью сокращения выбросов углерода от потребителей, инвесторов и контролирующих органов.

Страны, экспортирующие сельскохозяйственную продукцию, должны будут следовать примеру наиболее прогрессивного международного опыта по вопросам защиты внутреннего рынка, также устанавливая подобные пограничные пошлины на ввозимую сельхозпродукцию. Реализация аналогичных мер наиболее необходима для крупных производителей и экспортеров сельскохозяйственной продукции. К примеру, к такому производителю можно отнести Бразилию, в которой самый большой объем выбросов парниковых газов приходится на сельскохозяйственную отрасль. Чтобы спасти европейский рынок, Бразилия должна увеличить расходы своих сельхозпроизводителей, направленные на уменьшение выбросов парниковых газов, и, соответственно защитить их от импорта продукции сельского хозяйства, не

характеризующегося такими затратами. Если методы регулирования будут успешно применяться, другие страны также будут заинтересованы внедрять аналогичные нормы, что напрямую отразится на глобальных торговых взаимоотношениях

Сельскохозяйственный сектор поэтапно становится ключевым направлением в контексте международной климатической повестки. В 2017 году Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата признала важность сельскохозяйственного сектора для глобального изменения климата и поэтому решила реализовать совместную программу работы в области сельского хозяйства. Руководит этой работой консультационный совет по научно-техническим вопросам и организации, занимающиеся анализом проблем аграрного сектора в условиях климатических изменений.

Ключевые слова: карбоновое земледелие, карбоновая ферма, карбоновые полигоны, углеродный след, углеродная нейтральность, экономическая стабильность, парниковые газы, сельскохозяйственная отрасль.

Введение

В настоящее время многие страны и крупные компании находятся в конкурентной борьбе, в рамках максимального сокращения выбросов своего углерода с целью сократить до нуля выбросы углекислого газа. Руководитель научно-исследовательского проекта Ансельм, ориентированного на повышение энергоэффективности и снижение выбросов в атмосферу, Канищев М. считает, что важную роль в данном направлении играют лесные массивы, горы и моря и карбоновое земледелие. Карбоновое земледелие представляет такой метод ведения агробизнеса, при котором растения захватывают и принимают органический углерод из атмосферы, а затем удерживают его в почве.

Сокращение выбросов углекислого газа от деятельности человека – это декарбонизация, которая достигается через следующие методы [15]:

- снижение CO₂ выбросов в атмосферу, что можно достичь через процесс реорганизации всей мировой промышленности, при этом охватить все производственные сферы не представляется возможным.

- это экологические проекты по поглощению углекислого газа, через применение следующих способов:

1) физико-химический – использование разных фильтров и адсорбентов, способных принимать углерод на промышленных предприятиях, где его поглощают фильтры, которые впоследствии уничтожаются;

2) геологический – углекислый газ консолидируется в природных условиях и накапливается в земле;

3) биологический - углекислый газ является продуктом функционирования живых организмов - растений, водорослей и бактерий.

Карбоновое земледелие основывается на третьем подходе [1].

Карбоновая ферма представляет собой любую земную поверхность, на которой документально подтверждена достоверность и объем поглощенного углерода. Сегодня в нашей стране не развито карбоновое земледелие и нет действующих карбоновых ферм, что связано с отсутствием нормативно-законодательных основ для передачи этим земельным участкам соответствующего статуса. При этом в России функционируют карбоновые

полигоны, представляющие территории, где проводятся исследования по поглощению углекислого газа с участием университетов и научных организаций. Поглощение CO₂ связано с его количественным содержанием и окружающей средой, рост его законсервированных объемов может быть увеличен через определение территории для реализации экологического проекта.

На территории нашей страны расположены широкие природные массивы, где объемы содержания углекислого газа неравномерно распределены в зависимости от региона. Наиболее оптимальной локацией для формирования карбоновых ферм в России является Европейско-Уральская часть страны, где леса поглощают до двух тонн углерода на один гектар в год [6].

Многими российскими и зарубежными исследователями проводится анализ и разрабатывается ряд методов и технологий, позволяющих осуществлять поглощение углерода, которые предполагают участие в данном процессе живых организмов и природных факторов.

На сегодняшний день не выработан единый подход к определению первичных данных для точного расчета, и, как правило, специалисты используют простые модели, позволяющие, к примеру, произвести расчет, что трехлетний хвойный лес растет на 10 гектаров. Далее для этого леса рассчитывается уровень возможного связывания углерода.

Но на самом деле в действительности все не так просто, поскольку при наиболее точных первичных данных, наиболее точна и оценка уровня поглощения деревьев. Качественные прогнозы создаются при использовании прогрессивных технологий контроля состояния окружающей среды, снимков со спутников и беспилотных летательных аппаратов. После сбора всех данных, их переносят в компьютерную программу, которая рассчитывает число деревьев на 1 гектар, возраст и состав леса. Точность первичных данных остается под вопросом, поэтому специалисты сегодня используют средние округленные величины [4].

Материалы и методы

Теоретической и методологической основой исследования служила совокупность методов: анализ и синтез, монографический анализ, экспертные оценки.

Результаты исследования и их обсуждение

Россия занимает первое место в мире по объему выбросов на единицу своей продукции, при этом имея потенциал к решению данного вопроса.

Углерод, подвергнутый консервированию, по своему ценен, поэтому при формировании карбоновой фермы в России и расчете объема поглощения CO₂, можно реализовать эти углеродные единицы, или квоты, компании, которой необходимо улучшить своего равновесия между использованием и восстановлением природных ресурсов, между процессами нарушения и восстановления нормальной экологической обстановки [7].

Организовать абсорбция одной тонны углекислого газа на карбоновой ферме стоит около пяти евро, тогда как отечественные производители реализуют тонну за 15 евро. Это предложение может быть интересно производителям,

которые уплачивают штраф за каждую тонну в размере 30 евро. Такая бизнес-модель построена на освобождении компании-партнера от уплаты налогов на выбросы углерода. В настоящее время такие карбоновые фермы успешно функционируют в Австралии и США.

К примеру, компания Шевроле, сотрудничая с американским Министерством сельского хозяйства, купила 40 тысяч квот у 23 владельцев ферм, которые на добровольной основе согласились применять метод No-Till на своих земельных участках.

По данным доктора биологических наук Красуцкого Б. и научного деятеля Фёдорова Б. в нашей стране общие объемы поглощения CO₂ лесами могут достигать 250 млн. тонн в год. Цена за тонну выбросов углекислого газа до 30 евро может стать базой для создания фонда, доходы которого могут быть переведены в инвестиции экологических проектов достижения целей в области изменения климата и сдерживания повышения температуры.

Так, при соответствующем нормативно-правовом оформлении, леса в России могут приносить своим владельцам около 7,5 млрд. евро в год, а повышение качества лесопользования может увеличить доход в несколько раз [5].

При рациональном использовании таких возможностей, можно достичь эффективного развития карбоновых ферм на территории нашей страны. Карбоновое земледелие в агропромышленном комплексе и лесном хозяйстве может также стать действенным механизмом по решению торговых ограничений в экспорте углеродоемких товаров и продукции агропромышленного комплекса РФ [3].

На рис. 1 представлен рейтинг стран по объемам углеродоемкости, где Россия занимает лидирующую позицию, на последнем месте в рейтинге представлена Великобритания.

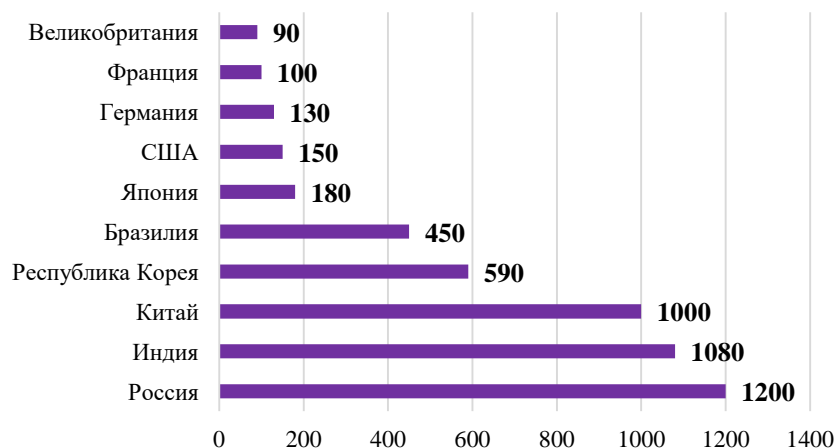


Рис. 1. Рейтинг мировых стран по объемам углеродоемкости (составлено по данным [9])

Реализация методов карбонового земледелия значительно сократит совокупность всех выбросов парниковых газов, произведённых прямо и косвенно в отечественном сельском хозяйстве, агропроизводитель в России сможет стать поставщиком услуг по секвестрации углерода [2].

Леса, расположенные на сельскохозяйственных угодьях, играют значимую роль в контексте абсорбции выбросов парникового газа. К примеру, на один

гектар лесов на лесных участках поглощается до одной тонны парниковых газов ежегодно, при этом на одном гектаре лесов, представляющих природные объекты и лесов, предназначенных для охраны земель от эрозии на сельскохозяйственных угодьях до семи тонн в год, что превышает уровень поглощения в семь раз. В то же время, по разным оценкам экспертов, в России от 40 до 90 миллионов гектар сельскохозяйственных земель покрыты лесами, которые не включены в государственный статистический реестр по поглощению парниковых газов в связи с их непринадлежностью к лесам, подверженным вмешательству человека.

Селекционная работа в лесах должна быть ориентирована на вывод сортов и видов с высокими темпами роста и высоким потенциалом отторжения углерода в условиях климата, характерного для нашей страны [8].

За последние несколько лет наряду помимо активного развития национальных и отраслевых систем регулирования выбросов парниковых газов, динамично развиваются верифицированные системы компенсации CO₂, основанные на реализации инвестиционных проектов. Такие системы функционируют на специальных платформах по реализации торговых сделок по объемам сокращения выбросов парниковых газов. Стремление снизить выбросы парниковых газов в результате повышения инвестиционной привлекательности, а также связанные с этим выгоды, в том числе укрепление позиций на некоторых локальных рынках, куда поставляется продукция компании, подталкивает компанию к присоединению к программам добровольного сокращения выбросов. Программы по добровольному сокращению выбросов в сельскохозяйственной сфере включают сокращение уровня используемых химических удобрений, рациональное использование энергетических производственных ресурсов, снижение доли энергогенерирующих источников, выбрасывающих большое количество парниковых газов [11]. Активное развитие в последнее время получили программы в сфере лесопользования и землепользования, которые особенно эффективно реализуются в более чем в 80 странах. Следовательно, сельское и лесное хозяйство могут способствовать тому, чтобы наша страна перестала быть вопросом, связанных изменением климата, а представляла непосредственно субъект данного направления, рекомендуя другим странам эффективные решения по данному вопросу с учетом получения определенных преимуществ.

На рис. 2 представлена модель, включающая ключевые принципы сферы карбонового земледелия, включающие систему ресурсосберегающего земледелия, интеграцию отрасли растениеводства со сферой животноводства и лесоводства, восстановление почв и декарбонизации биосферы.

Россия обладает высоким потенциалом рациональное и эффективное использование должно включать [14]:

- целесообразное выстраивание нормативно-правовой базы норм по оцениванию величины и ведению учёта по выбросам парниковых газов, мониторинг, проверку, сертификацию проектов по принципу совершенствования научных представлений о поглощениях на сельскохозяйственных и лесных угодьях, включая системы мониторинга в атмосфере вредных газов, которые негативно влияют на климат;
- внесение изменений государственного результата в краткосрочной перспективе по беспрецедентной возможности увеличения потребления по сокращению выбросов парниковых газов;



Рис. 2. Принципы карбонового земледелия

Рис. 2. Принципы карбонового земледелия
Составлено автором

реализация системы добровольных программ, открывающих перспективы для отечественных предприятий, целью которых является сокращение количество выбросов парниковых газов, генерируемых деятельностью компании;

– формирование действенной координации в части стимулирования к сокращению выбросов, опираясь на стоимость, применяемую к загрязнению углеродом, представленную системой торговли выбросами, налогов, взимаемых с содержания углерода в топливе, с перспективой включения в нее добровольных программ по сокращению выбросов [12];

– активизировать переговоры с Евросоюзом по инструментам сокращения выбросов парниковых газов по российским проектам для уменьшения общего объема выбросов парниковых газов российских предприятий, охватываемых механизмом компенсации выбросов углерода, а также европейских предприятий, функционирующих в рамках Европейской системы торговли квотами на выбросы парниковых газов;

– формирование механизма, позволяющего обеспечить целостность нормативно-правовой базы стандартов отчетности и проверки выбросов в соответствии с международными стандартами, включая модели тех стран, в которых в настоящее время успешно реализуются проекты ведения сельского хозяйства, направленные на улучшение ресурсов и качества жизни, а не на их уничтожение или истощение [9];

– при формировании национальной системы углеродного регулирования, целесообразно приступить к решению задачи о создании собственного стандарта или стандарта, используемого странами БРИКС, по сертификации и подтверждению объём выбросов парниковых газов, с учетом всех специфических характеристик территории развития, а также нарастить связи со странами БРИКС для формирования в перспективе системы взаимозачета сокращений;

- создание интегрированной системы землепользования на стратегическом уровне на основе учета материальных выгод, получаемых людьми от экосистем, представленных сельскохозяйственными угодьями и лесными массивами, а также услуг по абсорбции выбросов парниковых газов;
- включение фонда российских заброшенных сельскохозяйственных земель в границы управляемых земельных ресурсов [10];
- формирования более действенных и эффективных подходов к лесопользованию, учитывающих следующие направления: процесс превращения земель, занятых лесом, в земельные угодья без лесного покрова, выращивание защитных лесных насаждений для защиты почв от эрозии, повышение устойчивости лесных участков к климатическим изменениям, неконтролируемому горению растительности и прочие негативные факторы;
- усиление координации направлений по реализации Стратегии агролесомелиорации и создания леса;
- совершенствование программ по профилактическим мерам предупреждения лесных пожаров и выжигания сухой прошлогодней травы на основе участия лесопользователей и сельскохозяйственных товаропроизводителей;
- совершенствование и эффективное развитие селекционной науки в России с целью разработки новых сортов, оптимально соответствующих процессу карбонового земледелия, лесохозяйственных проектов и поглощения парниковых газов;
- развитие экспортного направления новых продуктов карбонового земледелия с целью повышения консервации углерода;
- формирование фонда поддержки проектов карбонового земледелия и решение вопроса с привлечением инвесторов для развития данного направления.

Также следует рассмотреть методы, на которых основано карбоновое земледелие:

- 1) развитие направлений по насаждению растений, формирующих почвенный покров, а скоплений различных частей отмерших растений на поверхности [13];
- 2) сокращение масштабов загрязнения почвы, включая минимальную обработку почвы, технологии земледелия, при которой почвы не обрабатываются механически, оптимизацию производственных процессов в сельском хозяйстве;
- 3) сохранение и развитие фактора плодородия почвы, совместное выращивание деревьев и сельскохозяйственных культур на одной площади, чередование сельскохозяйственных культур;
- 4) использование биостимуляторов растений, увеличение доли органических веществ почвы.

Развитие направления карбонового земледелия ориентировано на нетрадиционное ведение сельского хозяйства. К примеру, отказ от традиционного метода использования синтетических удобрений, способствовал значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур во всем мире. При этом необходимо учитывать, что рост урожайности происходит за счет экологических издержек, связанных с загрязнением природной среды и деградацией почвы, которая активизируется в результате использования неорганических удобрений, в которых отсутствуют органические добавки, также деградирует структуры почвы и формы воздействия организмов друг на друга. На

протяжении многих веков использование удобрений животного происхождения в сельском хозяйстве было обычным явлением, но после преобразования сельского хозяйства на основе современной агротехники их начали заменять синтетическими удобрениями. Несмотря на то, что органическое вещество – это основная составляющая активно функционирующей почвы, и отмечена положительное взаимодействие между внесением органического удобрения, состоящего из экскрементов сельскохозяйственных животных и негативными проявлениями от использования синтетических удобрений, необходимо рационально использовать и распределять удобрения органического происхождения.

Выводы

Для реализации имеющегося потенциала России необходимо реализовать ряд следующих направлений:

- нормализовать нормативно-правовую базу по нормативам измерения и отчетности по выбросам углекислых газов, обеспечить мониторинг, достоверность данных, процедуру подтверждения соответствия проектов, основанную на научных знаниях о поглощениях на участках и лесных массивов, а также территориях, на которых проводятся комплексные исследования по мониторингу уровня содержания парниковых газов в атмосфере;
- обозначить новые стратегические задачи по сокращению выбросов углекислого газа;
- запустить системы добровольных проектов, позволяющих отечественным компаниям, заинтересованным в снижении комплекса выбросов парниковых газов, двигаться в этом направлении;
- разработать системы контроля в рамках стимулирования сокращения выбросов углекислого газа совместно с добровольными проектами по сокращению выбросов;
- активизировать переговоры со странами-партнерами о компенсационных кредитах в рамках российских проектов по сокращению выбросов, начиная с сокращения комплекса всех выбросов парниковых газов отечественных компаний, оказывавшихся под нормами механизма компенсации выбросов углерода на границе, и заканчивая компаниями, находящимися под контролем зарубежного законодательства о выбросах;
- сформировать собственный стандарт сертификации и верификации единиц предотвращения выбросов с учетом характеристик территории;
- вывести новые сорта, максимально поглощающие углекислый газ;
- обозначить новые задачи по содействию экспорта для новых продуктов карбонового земледелия;
- создать фонд поддержки по развитию карбонового земледелия с привлечением в данную область крупных инвесторов.

Литература

1. Афанасьев С. В. Углекислый газ как сырье для крупнотоннажной химии // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2019. № 9 (93). С. 94–106.

2. Борин А. А., Лощинина А. Э. Обработка почвы, её биологические свойства и урожай // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. №1(45). С. 22–26.
3. Гуня А. Н. Динамика использования земель и земельного покрова горных регионов мира // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. 2021. С. 327-331.
4. Ерёмин Д. И. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на эмиссию углекислого газа пахотного чернозёма лесостепной зоны Зауралья // Молодой учёный. 2016. № 12 (116). С. 1062–1064.
5. Зимов С. А. Дремлющая угроза. О плейстоценовых парках и не вечной мерзлоте // Российская газета. 2021. № 245(8596).
6. 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. № 107:5-32.
7. Керимов И. А., Гайрабеков У. Т., Махмудова Л. Ш. Карбоновый полигон Чеченской Республики: I. Ландшафтные особенности и структура // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2021. № 6;3 (25). С. 35-47.
8. Когут Б. М., Семенов В. М., Артемьева З. С., Данченко Н. Н. Дегумусирование и почвенная секвестрация углерода // Агрохимия. 2021. № 5. С. 3-13.
9. Курганова И., Кудеяров В. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода // Наука в России. 2017. №5 (191). С.25–32.
10. Малышев В. П., Виноградов О.В., Родионов И.А. Альтернативное направление снижения выбросов углекислого газа // Технологии гражданской безопасности. 2021. №18; 4 (70). С.42–45.
11. Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н. Продуктивность гибридов сахарной свёклы отечественной и зарубежной селекции на разных фонах основного удобрения в ЦЧР // Сахарная свёкла. 2020. №1. С. 24–27.
12. Романовская А. А., Трунов А. А., Коротков В. Н., Карабань Р. Т. Проблема учета поглощающей способности лесов России в Парижском соглашении // Лесоведение. 2016. № 5. С.323–334.
13. Семёнов В.М., Лебедева Т. Н. Проблема углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты // Агрохимия. 2015. № 11. С. 3–12.
14. Хлыстов И. А., Сенькова Л. А., Карпухин М. Ю. Ферментативная активность почв в зоне загрязнения выбросами медеплавильного завода // Аграрный вестник Урала. 2016. №1. С.72-76.
15. 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.

M. S. Oborin

Carbon farming as an element of the climate strategy

Perm Institute (branch) Plekhanov Russian University of Economics, Perm;
Perm State National Research University, Perm;
Perm State Agrarian and Technological University, Perm
e-mail: recreachin@rambler.ru

Abstract. *The current vector of the socio-economic strategy of most countries develops in such a way that global climate trends are one of the key directions. The main problem is the regulation of global warming, the optimization of damage and the preservation of the balance of sustainable development, which can be achieved through the integration of rational agriculture, agriculture, soil restoration and decarbonization of the biosphere. Carbon reduction is an important task implemented in the conditions of carbon farming.*

Currently, there is reason to believe that in the future agricultural products will be influenced by the regulatory regulation of developed countries. Since the agricultural sector is under special protection in accordance with the regulations of the European Union, it becomes obvious that in order to increase the level of competition in the domestic market, the European Commission will use a carbon correction mechanism as a means of protecting the European agricultural producer. This measure will oblige countries exporting agricultural products to reduce the amount of greenhouse gas emissions generated by the activities of agricultural enterprises in order to save money on payments. In addition, this trend will intensify in the future due to the general increase in pressure on the sectors of the economy covering the commercial activities of enterprises in order to reduce carbon emissions from consumers, investors and regulatory authorities.

Countries exporting agricultural products will have to follow the example of the most progressive international experience in protecting the domestic market, also establishing similar border duties on imported agricultural products. The implementation of similar measures is most necessary for large producers and exporters of agricultural products. For example, Brazil can be attributed to such a producer, in which the largest amount of greenhouse gas emissions falls on the agricultural sector. In order to save the European market, Brazil must increase the costs of its agricultural producers aimed at reducing greenhouse gas emissions, and, accordingly, protect them from importing agricultural products that are not characterized by such costs. If regulatory methods are successfully applied, other countries will also be interested in implementing similar rules, which will directly affect global trade relations.

The agricultural sector is gradually becoming a key focus in the context of the international climate agenda. In 2017, the United Nations Framework Convention on Climate Change recognized the importance of the agricultural sector for global climate change and therefore decided to implement a joint work program in the field of agriculture. This work is led by the advisory council on scientific and technical issues and organizations engaged in the analysis of problems of the agricultural sector in the context of climate change.

Keywords: *carbon farming, carbon farm, carbon landfills, carbon footprint, carbon neutrality, economic stability, greenhouse gases, agricultural industry.*

References

1. Afanas'ev S. V. Uglekislyj gaz kak syr'e dlya krupnotonnazhnoj himii // Delovoj zhurnal Neftegaz.RU. 2019. № 9 (93). S. 94–106. (in Russian)
2. Borin A. A. Loshchinina A. E. Obrabotka pochvy, eyo biologicheskie svoystva i urozhaj // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2019. №1(45). S. 22–26. (in Russian)]
3. Gunya A. N. Dinamika ispol'zovaniya zemel' i zemel'nogo pokrova gornyh regionov

- mira // *Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza*. 2021. S. 327-331. (in Russian)
4. Eryomin D. I. Vliyanie vozrastayushchih doz mineral'nyh udobrenij na emissiyu uglekislogo gaza pahotnogo chernozyoma lesostepnoj zony Zaural'ya // *Molodoy uchyonyj*. 2016. № 12 (116). S. 1062–1064. (in Russian)
 5. Zimov S. A. Dremlyushchaya ugroza. O plejstocenovyh parkah i nevechnoj merzlotte // *Rossiyskaya gazeta*. 2021. № 245(8596). (in Russian)
 6. Ivanov A. L., Savin I. YU., Stolbovoj V. S., Duhanin YU. A., Kozlov D. N., Bamatov I. M. Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov – posledstviya dlya zemlepol'zovaniya Rossii // *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva*. 2021. № 107:5-32. (in Russian)
 7. Kerimov I. A., Gajrabekov U. T., Mahmudova L. SH. Karbonovyj poligon CHEchenskoj Respubliki: I. Landshaftnye osobennosti i struktura // *Groznenskiy estestvennonauchnyj byulleten'*. 2021. № 6;3 (25). S. 35-47. (in Russian)
 8. Kogut B. M., Semenov V. M., Artem'eva Z. S., Danchenko N. N. Degumirovanie i pochvennaya sekvestraciya ugljeroda // *Agrohimiya*. 2021. № 5. S. 3-13. (in Russian)
 9. Kurganova I., Kudeyarov V. Ekosistemy Rossii i global'nyj byudzhnet ugljeroda // *Nauka v Rossii*. 2017. №5 (191). S.25–32. (in Russian)
 10. Malyshev V. P., Vinogradov O.V., Rodionov I.A. Al'ternativnoe napravlenie snizheniya vybrosov uglekislogo gaza // *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti*. 2021. №18; 4 (70). S.42–45. (in Russian)
 11. Minakova O. A., Aleksandrova L. V., Podvigina T. N. Produktivnost' gibridov saharnoj svyokly otechestvennoj i zarubezhnoj selekcii na raznyh fonah osnovnogo udobreniya v CCHR // *Saharnaya svyokla*. 2020. №1. S. 24–27. (in Russian)
 12. Romanovskaya A. A., Trunov A. A., Korotkov V. N., Karaban' R. T. Problema ucheta pogloshchayushchej sposobnosti lesov Rossii v Parizhskom soglashenii // *Lesovedenie*. 2016. № 5. S.323–334. (in Russian)
 13. Semyonov V.M., Lebedeva T. N. Problema ugljeroda v ustojchivom zemledelii: agrohimicheskie aspekty // *Agrohimiya*. 2015. № 11. S. 3–12. (in Russian)
 14. Hlystov I. A., Sen'kova L. A., Karpuhin M. YU. Fermentativnaya aktivnost' pochv v zone zagryazneniya vybrosami medeplavil'nogo zavoda // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2016. №1. S.72-76. (in Russian)
 15. SHkurkin S. I., SHafran S. A., Naliuhin A. N. Stanovlenie i razvitie Geograficheskoy seti polevyh opytov s udobreniyami v Rossii (k 80-letiyu Geograficheskoy seti polevyh opytov s udobreniyami) // *Plodorodie*. 2021. № 3. S. 12-15.(in Russian)

Поступила в редакцию 03.06.2023 г.