



Специальный выпуск

55(03)/2022

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ


Земледелие

специализированный сельскохозяйственный журнал

НДСЗ

Национальное
движение сберегающего
земледелия

УРАЛХИМ



**Национальная идея —
почвосбережение**

Фото: вредные объекты зерновых культур - конидии грибов рода *Fusarium* spp. и насекомое-вредитель рода *Phyllotreta* в многократном увеличении

NEW*

Мощный старт рекордным урожаям Поларис Кватро, СМЭ

150 г/л ацетамиприда + 100 г/л прохлараза + 20 г/л тебуконазола + 15 г/л пираклостробина

Инновационный инсекто-фунгицидный протравитель
семян зерновых культур комплексного действия

- 3 в 1: защита от болезней + защита от вредителей + физиологический эффект для культуры
- Исключает риски снежной плесени при перезимовке культур
- Эффективно воздействует на возбудителей корневых гнилей, фузариоза, септориоза
- Надежно защищает всходы от злаковых мух и почвенных вредителей
- Стимулирует рост и повышает стрессоустойчивость
- Подходит под все сроки сева

Культуры: пшеница и ячмень озимые и яровые

betaren.ru



ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

*новый российский
продукт
Регистра

СОДЕРЖАНИЕ:

По материалам конференции

Национальная идея — почвосбережение **5**

«Сто цветов» климатически-адаптивного земледелия в России **10**

Методология оценки выбросов парниковых газов **15**

Углеродный баланс экосистемы и атмосферы **23**

Аудит запасов органического углерода в почвах. Пути решения этой проблемы **29**

О глобальном почвенном партнерстве **39**

Аналитическое оборудование для проведения газового анализа и оценки поглощения углерода почвами, используемое при создании карбоновых полигонов **43**

Можно ли увеличить углеродопоглощающую способность почв при помощи регенеративного земледелия **49**

Оценка углеродного следа от применения минеральных удобрений: углеродный полигон ФосАгро **54**

Опыт Самарской области в проведении исследований по определению содержания почвенного углерода **62**

Потенциал российских агроклиматических проектов: перспективы создания совместных углеродных рынков со странами-партнёрами **67**





Официальный печатный орган
НП «Национальное движение берегающего земледелия»

№ 55(03) 2022 год

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Долгушкин Н.К. — главный ученый секретарь Президиума
Российской академии наук, доктор экономических наук,
академик РАН

Василенко В.Н. — член-корреспондент РАН, заслуженный
работник сельского хозяйства РФ

Каракотов С.Д. — доктор химических наук, академик РАН

Власенко А.Н. — директор ГНУ СибНИИЗиХ
Россельхозакадемии, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный агроном Российской Федерации,
лауреат Госпремии РФ

Якушев В.В. — доктор с.х. наук, член-корреспондент
РАН, заведующий лабораторией «Информационного
обеспечения точного земледелия» Агрофизического НИИ

Труфляк Е.В. — руководитель центра Минсельхоза России
прогнозирования и мониторинга в области точного
сельского хозяйства, заведующий кафедрой эксплуатации
машинно-тракторного парка Кубанского ГАУ, д.т.н.,
профессор

Редакция выражает благодарность за помощь в издании
журнала:

генеральному директору АО «Щелково Агрохим»
Каракотову С.Д.

президенту Ассоциации «Росспецмаш», холдинга «Новое
содружество» Бабкину К.А.

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО Медиахолдинг «Аграрные инновации».

ИЗДАТЕЛЬ: Некоммерческое партнерство
«Национальное движение берегающего земледелия».

РЕДАКЦИЯ: Главный редактор — Орлова Л.В.

Адрес редакции: 443099, г. Самара,
ул. Куйбышева, 88. тел./факс: (846) 270-47-37,
e-mail: info@rmrl.ru.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ №ФС77-54910 от 26 июля 2013 г.,
распространяется по адресной подписке на территории
Российской Федерации.

При перепечатке материалов издания ссылка на журнал
обязательна.

Отпечатано в типографии ООО РИА «АБСОЛЮТ»,
443117, г. Самара, ул. Партизанская, 246.

Тираж 3000 экз.

Несмотря на сложную экономи-
ко-политическую мировую повестку,
тема преодоления почвенно-угле-
родного кризиса остается не просто
актуальной, — в связи с постоянно
растущей угрозой продовольственной
безопасности она приобретает
стратегическую важность. Именно
эта тема стала ключевой на Меж-
дународной научно-практической
конференции «Климат, плодородие
почв, агротехнологии 2022», мате-
риалы которой мы публикуем в спе-
циальном выпуске журнала.

Инициаторами мероприятия
выступили Некоммерческое парт-
нерство «Национальное движение
берегающего земледелия» и Рос-
сийско-Германский форум «Петербургский диалог», при участии Научно-
образовательного центра мирового уровня «Инженерия будущего», при
поддержке Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства науки и
высшего образования РФ. В конференции приняли участие более 200 экс-
пертов из восьми стран и представители агробизнеса.

Мнение экспертов едино: мир столкнулся с глобальными кризисами
— продовольственным, почвенно-углеродным, климатическим, энергетиче-
ским и политическим. Одной из ключевых угроз продовольственной и
экологической безопасности (не только в России, но и в мире в целом)
является почвенно-углеродный кризис. Уже 2 миллиарда продуктивных
почв утрачено: мировой почвенный покров потерял за 136 гигатонн угле-
рода с момента начала индустриальной революции. По оценкам ученых,
органический углерод российских сельхозугодий значительно снижен в
последние десятилетия. Выход — перейти на сбалансированные («регене-
ративные») режимы хозяйствования, позволяющие защитить наше нацио-
нальное богатство — почвы — от эрозии, опустынивания, деградации, сни-
зить углеродный след сельхозпродукции и повысить ее качество. Кроме
того, в недалекой перспективе сельхозпроизводители смогут зарабатывать
на продаже депонированного углерода.

Однако углеродосберегающее земледелие, как любая технология, тре-
бует строгого ее соблюдения и определенных затрат.

Вместе с тем на аграрном рынке России произошел обвал цен на сель-
хозпродукцию, рынок стоит. Ситуация чрезвычайная. Цены на пшеницу
упали до самого низкого уровня — 5 тысяч рублей за тонну при себестои-
мости около 10 тысяч рублей и резко подскочивших на 30-45% ценах
на ХСЗР, удобрения, семена, технику. Многие сельхозпроизводители вы-
нуждены пренебрегать агротехнологиями, чтобы минимизировать затраты.
Несоблюдение технологий сказывается на качестве зерна, его конкуренто-
способности и ведет к ускоренной эрозии почв.

Сельскому хозяйству России нужно не выживать, а развиваться, про-
изводить качественную продукцию. Сельское хозяйство — локомотив на-
циональной экономики, а почвосбережение должно стать национальной
стратегией.

Нужно объединиться для быстрого вывода сельского хозяйства из
чрезвычайно опасной ситуации. Необходимо принять срочные меры по
разгрузке рынка сельхозпродукции через экспортные продажи, снизить
экспортные пошлины и более активно проводить зерновые интервенции,
увеличив объемы закупок.

Благодарю всех участников конференции: представителя Министерства
сельского хозяйства РФ Некрасова Р.В, Министерства науки и высшего
образования РФ Шашкина А.П., Дурманова Н.Д., Доронину Е.Г., Мини-
стерства сельского хозяйства Самарской области Герасенкова Д.В., всех
уважаемых ученых и практиков, партнеров конференции — Российско-
Германский форум «Петербургский диалог», АО «ОХК Уралхим», ООО
«Пегас-Агро», Ассоциацию «Росспецмаш», АО «Щелково Агрохим», ООО
«Ротор-лизинг», модераторов конференции Сергея Косого, руководи-
теля проекта «Центр технологического трансфера» НИУ ВШЭ, Николая
Лычева, главного редактора портала Agrotrend.ru. и представителей СМИ
за неравнодушие, совместную работу и взаимодействие, направленные на
решение проблемы продовольственной и экологической безопасности, со-
хранения российских почв, а значит, государственности и суверенитета
нашей страны.

**С уважением, Людмила Владимировна Орлова,
главный редактор журнала «Ресурсосберегающее земледелие»,
президент Национального движения берегающего земледелия.**





НАЦИОНАЛЬНАЯ ИДЕЯ – ПОЧВОСБЕРЕЖЕНИЕ

9-11 июня в Самаре прошла Международная научно-практическая конференция «Климат, плодородие почв, агротехнологии 2022». Главной темой форума стала стратегия сохранения почвенных ресурсов через применение технологий почвозащитного ресурсосберегающего (углеродосберегающего) земледелия, анализ существующих и создание новых эффективных методов исследования органического углерода почвы.

Конференция объединила более 200 участников, среди которых ведущие российские и зарубежные ученые из Китая, Аргентины, Германии, ЮАР, Турции, Италии, Германии, эксперты, сельхозтоваропроизводители, представители органов власти и бизнеса. Активное участие в конференции приняли специалисты Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и эксперты Глобального почвенного партнерства ФАО и программы RECSOIL.

Началась конференция с дискуссии сельхозтоваропроизводителей, успешно внедряющих практики ПРЗ на территории разных регионов РФ в различных почвенно-климатических условиях: ООО КХ «Партнер» (Алтайский край), ООО «Гелио-Пакс» (Волгоградская область), ООО «МФ Искра» (Белгородская область), ООО «Сезам Агро» (Республика Крым), ООО «Зерно жизни» (Самарская область), ООО «Орловка-АИЦ» (Самарская область). Историей,

практикой и результатами применения почвозащитных и ресурсосберегающих технологий поделились как руководители вертикально интегрированных аграрных операторов (агрохолдингов), так и независимые сельхозпроизводители и крестьянские хозяйства.

По словам директора агрохолдинга «Зерно жизни» **Андрея Зорина**, старт применению технологии No-Till на предприятии был дан в 2014 году: «Постепенно к 2019 году на эту технологию мы перевели все наши земли, а это 140 тысяч гектаров, за небольшим исключением. Предприятие осуществляет свою деятельность на территории трех областей — Самарской, Саратовской и Ульяновской, и на большинстве площадей технология No-Till имеет преимущества с экономической точки зрения, а также с точки зрения сохранения влаги и плодородия. Мы начинали использовать технологию в тех хозяйствах, где были максимальные проблемы с влагой и урожайно-

стью. Со временем именно эти хозяйства стали показывать самые хорошие результаты. Соответственно, мы пошли по пути дальнейшего распространения No-Till. По поводу урожайности — не нужно ждать её значительного роста при переходе на No-Till. Но что касается продуктивности обрабатываемой почвы, то она увеличивается за счет отсутствия такого элемента, как «паровое поле».

Никита Кожанов, управляющий крестьянским хозяйством «Партнер», рассказал: «Мы технологиями No-Till занимаемся около 10 лет, точнее, не технологиями, а элементами технологий, потому что классический американский вариант No-Till у нас не прижился, и одна из причин связана с минимальной увлажненностью нашей климатической зоны. Мы находимся в зоне рискованного земледелия.

Для понимания, за вегетацию у нас выпадает от 50 до 150 миллиметров осадков, это крайне мало. ►

▶ Андрей Валентинович правильно определил, что No-Till подходит для почв с наименьшим плодородием и меньшим количеством осадков. Все наши почвы подходят под это определение, и на некоторых из них мы вводим данную технологию, но с отличительными особенностями. У нас несколько сокращенный вегетационный период, и нам требуется более ранний прогрев почвы для посева и получения дружных всходов. Поэтому мы используем элемент технологии Strip-Till, то есть полосную обработку почвы, что позволяет нам, во-первых, разрушить плужную подошву, которая неизменно образуется при работе по технологии No-Till в классическом варианте, во-вторых, позволяет накопить большее количество влаги именно на обработанных участках для пропашных культур. Соглашусь, что технология не повлекла за собой заметного роста урожайности, а вот сокращение издержек — да, и на сегодняшний день её эффективность для нас однозначна».

К дискуссии присоединился руководитель управляющей компании ООО «Волгагелио-пром», заместитель руководителя агрохолдинга ООО «Гелио-Пакс» **Александр Кочубей**: «Нулевой обработкой почвы мы начали заниматься с 2011 года и постепенно перешли практически на 100 процентов. На сегодняшний день нагрузка на одного механизатора у нас составляет около 630 гектаров, нагрузка на один комбайн где-то в пределах 1200 гектаров, на один посевной комплекс — 2500 тысяч гектаров. Причина внедрения прямого посева — желание повысить производительность. Поначалу, конечно, набили шишек. Технология, прямо можно сказать, непростая, и это является одной из причин, что она не получает должного распространения. За прошедший период мы освоили технологию достаточно хорошо, чтобы уверенно не ставить



вопрос о возвращении назад. Я считаю показательным двадцатый год, когда мы средним с 1 гектара получили почти по 30 центров продукции, а площадь у нас 107 тысяч гектаров, хотя год был по осадкам то 290 до 300 миллиметров. Нам удалось получить урожайность озимой пшеницы 36 ц/га, и максимальный валовый сбор продукции за все годы — порядка 180000 тонн».

Михаил Сергеев, возглавляющий ООО «МФ Искра», рассказал, какой результат способны дать технологии ПРЗ в Черноземье: «Я в сельском хозяйстве сорок три года, из них 18 лет занимаюсь No-Till. И сейчас хозяйство себя чувствует вполне успешно и в экономическом плане, и в экологическом. Когда мы начинали этот проект, у нас высокого бонитета был всего лишь один процент. За 10 лет мы пришли к высокому бонитету на 60 процентах почвы — это, конечно, просто фантастический результат».

Алексей Перепелица, агроном ООО «Сезам Агро», отметил: «Находимся мы в Крыму, Черноморский район, и по технологии No-Till работаем с 2013 года. Хотелось бы сказать по поводу того, почему эта технология не идет широким фронтом, хотя мы все знаем, что нам нужно почвозащитное земледелие для борьбы, как минимум, с

эрозией, с деградацией почвы, с потерей плодородия. No-Till — западная технология. Наши говорят — мы работали традиционно сотни лет на этой земле, пахали, имели свой севооборот. Зачем менять на что-то заморское?»

Почему же мы в тринадцатом году перешли стопроцентно на технологию No-Till? У нас в 2012-2013 годах случились пыльные бури, и мы потеряли лучше свои поля, значительно снизилось плодородие — до 15 сантиметров на одном конкретном поле за серию бурь. Соответственно, урожайность этого поля упала в два раза, как минимум. Эрозия нас заставила взять на основу No-Till. Многочисленные аномалии технология позволяет нивелировать, мы можем накапливать больше влаги за счет того, что мы не обрабатываем почву, за счет того, что у нас есть покровные культуры, растительные остатки, солома, которая очень хорошо останавливает водную эрозию, и мы эту влагу можем использовать для получения более стабильных урожаев из года в год».

Завершая дискуссию, опытом поделился **Сергей Орлов**, руководитель ООО «Орловка-АИЦ»: «Наше хозяйство находится на северо-востоке Самарской области, занимает площадь 4 тысячи гектаров. В севообороте присутствуют та-

кие культуры, как твердая пшеница, ячмень, соя, лен, подсолнечник.

Почему мы выбрали данную технологию? Из-за климатических аномалий. Так, в середине мая прошлого года началась аномальная жара, и температуры достигали 40 градусов, а в этом году у нас обратная ситуация — шли обильные осадки при сильных ветрах.

В 2021 году за всю вегетацию в нашей зоне выпало 69 миллиметров осадков, и мы получили урожай: твердая пшеница — 18 ц/га, соя — 12 ц/га, подсолнечник — 18 ц/га, лен — 12 ц/га.

Технология ПРЗ позволяет сохранить влагу в засушливые годы и препятствует эрозии во время обильных осадков. Какие проблемы возникают при внедрении технологии? В первую очередь, страх получить убытки. Этот страх — от нехватки знаний. Что нужно для правильного внедрения почвозащитных и ресурсосберегающих технологий? Первое — правильно подобранный севооборот, машины, которые заделывают семена на нужную глубину и закрывают семенную борозду для сохранения влаги. Естественно, нужны люди, которые будут ответственно выполнять все элементы технологии в назначенные сроки. Технология прекрасно работает, если соблюдать все необходимые требования, она дает стабильные урожаи вне зависимости от погодных ус-

ловий и, самое главное, сохраняет и увеличивает плодородие почвы. Кроме того, она способствует регулированию углеродного цикла».

Вторая часть конференции включала доклады и презентации экспертов. По окончании основной части была проведена пресс-конференция. Затем состоялся День поля с проведением мастер-класса по применению БПЛА в технологиях ПРЗ (углеродосберегающего земледелия).

Основная цель конференции — объединить науку и практику, инициировать широкое внедрение технологий почвозащитного ресурсосберегающего (углеродного) земледелия (ПРЗ) для сохранения российских почв, повышения урожайности, производства качественной углероднейтральной продукции. Поскольку углерод — основа всех процессов, нужно научиться управлять углеродным циклом и получать дополнительный доход от продажи углеродных квот. Создание аграрного карбонового рынка в России позволит повысить устойчивость растениеводства, сохранить лидирующие позиции в производстве и экспорте зерна.

Совместный интеллектуальный потенциал участников конференции был направлен на обсуждение разработки национальной стратегии и обеспечения функционирования национального аграрного карбонового рынка. В ходе работы обсуждался междуна-

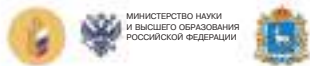
родный опыт действующих международных и зарубежных MRV-протоколов, рекомендации ФАО.

Было отмечено, что при проведении мониторинга и верификации наиболее перспективными направлениями являются гиперспектральные методы, использование спутниковых технологий и беспилотных летательных аппаратов, оснащенных высокоточным мобильным аналитическим оборудованием. Обсуждались вопросы импортозамещения оборудования, используемого для мониторинга парниковых газов и исследования секвестрации углерода, что в современных геополитических условиях особенно актуально. Российские вузы и научные центры представляли свои разработки и опытные образцы оборудования в области аналитического приборостроения, гиперспектральных методов и дистанционных технологий для обеспечения технологической суверенности РФ на международном карбоновом рынке.

Участники конференции приняли резолюцию о реализации практических мероприятий, направленных на создание национальной российской методологии по мониторингу, отчетности и верификации для официальной регистрации объемов секвестрированного углерода и подсчета соответствующих углеродных кредитов и обсудили проект организации рабочей группы с целью создания национального MRV-протокола, программного обеспечения для подсчета углеродных единиц и решения других системных вопросов на коллегиальной основе.

Итогом конференции стало предложение формирования национальной идеи бережного отношения общества к почвам как национальному достоянию, базису долгосрочного здорового и благополучного развития поколений и обеспечения здоровья почв через почвозащитное ресурсосберегающее (углеродосберегающее) земледелие.

При поддержке



VII Международная научно-практическая конференция «Климат, плодородие почв, агротехнологии» 9-10 июня 2022 года



НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ

СИНЕРГИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ПО МИТИГАЦИИ, АДАПТАЦИИ И УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Анна Романовская, директор Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, эксперт МГЭИК

Синергия — это эффект усиления взаимодействия двух и более факторов, который характеризуется тем, что совместное действие факторов будет существенно превосходить сумму действий от каждого из указанных факторов по отдельности.

Митигация (mitigation) — это смягчение воздействия на климатическую систему или предотвращение изменения климата. Основным действием в рамках митигации является сокращение выбросов парниковых газов.

В 1988 году была создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). В 2022 году она выпустила 6-й оценочный доклад, том 2, по адаптации к изменениям климата.

Что говорят ученые МГЭИК:

1) «Комплексные, эффективные и инновационные ответные меры по борьбе с изменением климата могут использовать синергию, а также могут уменьшить компромиссы между адаптацией и митигацией для продвижения устойчивого развития».

Что такое компромиссы? Во-первых, компромиссы могут быть финансовые: любой регион в нашей стране будет решать, куда он будет направлять деньги — или на реализацию плана по адаптации, или на реализацию плана для осуществления стратегии низкоуглеродного развития. Компромиссы могут быть и в земельном секторе, в сельском хозяйстве: например,



залежные земли либо возвращать в сельскохозяйственный оборот, либо создавать на них лесные насаждения.

2) «Ограничение атмосферной концентрации парниковых газов снижает степень адаптации, необходимую для поддержания риска на допустимом уровне».

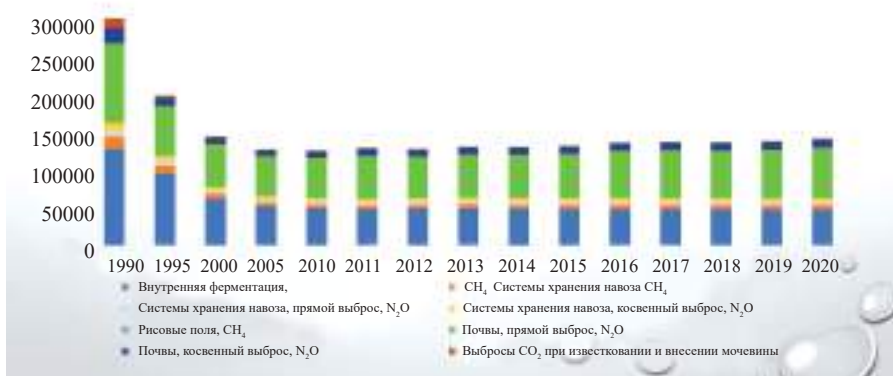
Реализация только адаптаций без сокращения выбросов парниковых газов не позволит избежать ущерба от изменения климата, риск будет все равно возрастать по мере того, как мы будем выбирать достаточно дешевые доступные меры адаптации. Если мы не боремся с причиной изменения климата, то последствия нарастают, потенциал адаптации будет выбран — мы будем приходить к точкам невозврата изменений в климатической системе.

Именно поэтому важно проводить действия по адаптации и митигации совместно.

Хочу обратить внимание, что согласно положениям 6-го оценочного доклада МГЭИК, наибольшим потенциалом осуществимости, наибольшим синергетическим эффектом обладают, во-первых, все действия в области сокращения выбросов и увеличения поглощения в лесах, а во-вторых, действия в рамках продовольственной безопасности.



ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПО ИСТОЧНИКАМ (ТЫС. ТОНН CO₂-ЭКВ)



парниковых газов в растениеводстве сопровождается эффектами сокращения эрозии и дефляции почв, поддержанием плодородия, снижением внесения минеральных химических удобрений и увеличением доли органического земледелия, сокращением химического загрязнения окружающих экосистем. Повышение устойчивости пахотных земель к изменению климата, к поддержанию и росту урожайности культурных растений, в конечном итоге, обуславливает национальную продовольственную безопасность.

Рекомендации:

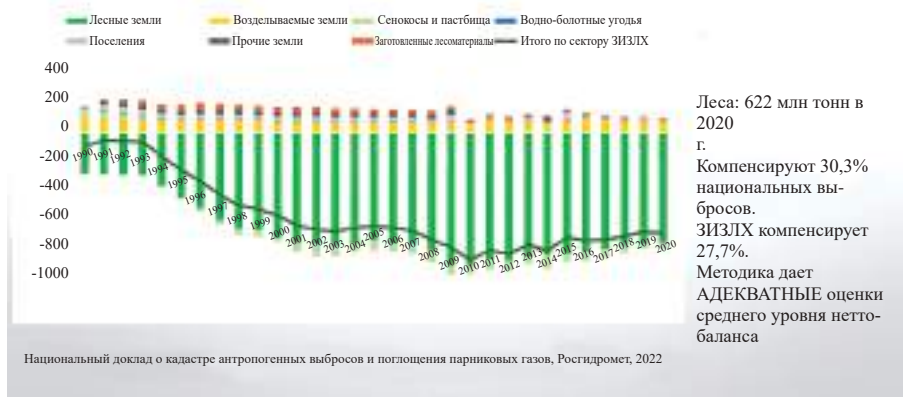
1) Целесообразно разработать аграрные технологиче-

Следующее, что вводится в 6-м оценочном докладе МГЭИК, — это концепция климатически устойчивого развития: отход от парадигмы отдельных направлений митигации, адаптации и устойчивого развития и соединение в виде единого процесса их совместной реализации для поддержки устойчивого развития. Ученые также отмечают, что комплексное достижение этих целей, соответственно, будет повышать благосостояние человечества и окружающей среды. И эффекты такой совместной реализации включают и климатические эффекты, и сокращение выбросов, и реализацию вариантов адаптации, и социально-экономическую и экологическую устойчивость, и рост благосостояния человечества.

В РФ наиболее эффективные меры по сокращению выбросов парниковых газов расположены в области увеличения энергоэффективности и ресурсосбереже-

ния экономики. Эти меры будут характеризоваться прямыми и сопутствующими множествен-

БАЛАНС ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕКТОРЕ «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЯ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»



ными мультипликационными выгодами. Значительный потенциал взаимовыгодных решений в области климата находится именно в секторах землепользования, сельского и лесного хозяйства.

Так, сокращение выбросов

ские стандарты, основанные на практиках ПРЗ и рекомендации по их применению (где уместно использовать эти практики и как);

2) Имеющийся потенциал мер в области решений на основе природных экосистем можно реализовывать и в рамках добровольных климатических проектов, при условии соответствия основным принципам и критериям проектов;

3) В частности, генерация углеродных единиц может стать дополнительным стимулом вовлечения фермеров в устойчивое земледелие. Однако необходимо создать экономические условия для реализации этого стимула.



«СТО ЦВЕТОВ» КЛИМАТИЧЕСКИ-АДАПТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РОССИИ

Павел Красильников, и.о. декана факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор, д.б.н., член-корреспондент РАН

Очень много людей заинтересованы в том, чтобы обрабатывать почву правильно, получать высокие урожаи и при этом улучшать почву, многие хотят снизить количество выбросов климатически активных газов в атмосферу и так далее. Но, к сожалению, у нас нет слаженного хора таких людей, работающих с землей, а существуют разные взгляды на то, как нужно работать. Одни говорят, что нужно минимизировать механическую обработку и использовать химические средства защиты. Другие считают, что пестициды — это зло и яд. Кто-то считает, что нельзя применять минеральные удобрения. Третьи выступают за генно-модифицированные организмы, четвертые их отрицают. Хочется разобраться, нужна ли нам атмосфера «ста цветов», когда каждый сельхозтоваропроизводитель выбирает подходящий ему способ обработки почвы, или, говоря о климатически адаптивном земледелии, мы должны сосредоточиться на определенных практиках, которые пусть не всегда идентичны (учитывая зависимость от почвенных и климатических условий), но имеют общее русло.

Первое, с чем мы сталкиваемся на практике, — это деградация почв. В 2015 году Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) выпустила первый Доклад о состоянии почвенных ресурсов мира. Рад, что мне довелось активно участвовать в подготовке этого доклада в составе межгосударственного технического совета по почвам, я отвечал за раздел, касающийся Евразии. Мы посмотрели, проанализировали результаты, выяснилось, что огромное количество процессов деграда-



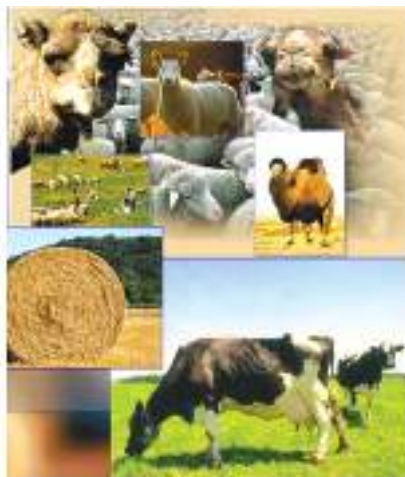
ции протекают на большой и разнообразной по природным условиям территории. Деградация протекает очень активно и представляет собой одну из угроз существования человеческой цивилизации. В этом докладе для Европы и постсоветских стран отмечался ряд угроз, связанный с такими процессами деградации почв, как засоление, потеря органического вещества, истощение элементов питания растений, водная и ветровая эрозия, а также запечатывание под непроницаемыми покрытиями в населённых пунктах. Большая часть деградационных процессов усилится в результате глобально потепления климата.

Климат меняется, изменения влекут за собой увеличение числа катастрофических явлений, а главной тенденцией становится иссушение территорий. Что же мы можем сделать в этой ситуации? Вариантов перед нами только три. Первый — взять и уехать оттуда, где жить невозможно, то есть — географическая миграция. Второй вариант — сменить специализацию и выращивать не пшеницу, как ранее, а опунцию, например. Третий — выбрать путь внедрения практик климатически-адаптивного сельского хозяйства.

Скажу, что в России благодаря обширной территории есть возможность и потенциал для отступления из неблагоприятных областей, но это в любом случае влечет за собой большие издержки. По смене специализации мы слышали разные рекомендации, как, например для Центральной Азии — вернуться к верблюдоводству, но такие практики носят маргинальный характер, и чаще всего смена специализации приводит к снижению доходов сельского населения.

Единственным подходящим вариантом остается климатиче-

Перспективы адаптации к глобальному потеплению



Адаптация к глобальным изменениям климата может осуществляться путём разных политик и механизмов:

- Географической миграции
- Смены специализации
- Внедрения практик климатически-адаптивного сельского хозяйства
- Для России существует возможность освоения нового земельного фонда, хотя и с существенными издержками
- Для большинства постсоветских стран подобный сценарий невозможен в силу их нахождения в пределах ограниченного количества агроклиматических зон

ски-адаптивное сельское хозяйство.

Климатически-адаптивное сельское хозяйство — это подход, помогающий преобразовать и переориентировать сельскохозяйственные системы для эффективной поддержки развития и обеспечения продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата.

Мы должны всегда помнить, в первую очередь, что климатически-адаптивное сельское хозяйство должно обеспечить население продовольствием. Также мы хотим добиться следующих целей:

- устойчивое повышение продуктивности и доходности сельского хозяйства;
- адаптация и повышение устойчивости к изменению климата;
- сокращение выбросов парниковых газов, где это возможно.

Все эти цели связаны между собой, ведь, с одной стороны, мы должны адаптироваться к климату, а с другой — максимально снизить его негативный прессинг, и этого мы добиваемся снижением выбросов парниковых газов.

Как это работает? Есть некоторые международные инициативы, такие как:

- Концепция «4 промилле», принятая на Конвенции сторон UNFCCC в Париже в 2015 году. Она направлена на стимулирование поглощения углерода пахотными почвами: повышение запасов углерода в пахотном слое на 0,4% в год позволит компенсировать все антропогенные выбросы парниковых газов.

- В 2017 UNFCCC одобрила «Коронивийскую общую работу по сельскому хозяйству», где подтвердила решимость превратить аграрный сектор из источника парниковых газов в их поглотителя.

- Для поддержания постоянного уровня концентрации CO₂ в атмосфере почвы должны по-



глощать в 2030-2050 гг. 1,4-1,6 Гт углерода в год, т.е. в среднем 0,89 т/га в год.

Научные основы подобных проектов прорабатывались в рамках профинансированного программой ЕС HORIZON2020 проекта «Координация международного сотрудничества в области исследования почвенного углеродного сектора в сельском хозяйстве» (CIRCASA).

Теперь посмотрим, какие продовольственные системы у нас существуют и каким образом они могут нам помочь в достижении наших целей.

Это не классификация конвенциональных систем — и промышленное земледелие может существовать наряду с цифровым земледелием, а цифровое не исключает почвозащитное земледелие. Это подходы, которые могут комбинироваться или применяться отдельно.

Промышленное земледелие — когда взяли технику, все вспахали, засыпали удобрениями, в общем, как многие привыкли. При **цифровом земледелии** мы снижаем расходы, ориентируясь на реальные пространственно-распределенные показатели, включая ландшафтно-адаптивные системы. **Почвозащитное земледелие** — когда мы включаем много разных подходов, в том числе прямой посев, покровные культуры, минимальную вспашку и так

Продовольственные системы и изменения климата

Конвенциональные и альтернативные продовольственные системы подразумевают разные подходы к земледелю и растениеводству и в разной степени способны к адаптации к климатическим изменениям

- Конвенциональные системы
- Промышленное земледелие
- Цифровое земледелие
- Почвозащитное земледелие
- Альтернативные системы
- Органическое земледелие
- Агроэкология
- Продовольственный суверенитет

далее. **Подходы могут отличаться в деталях, но задача примерно одна — чтобы почва стала лучше или, как минимум, не потеряла своего плодородия.**

Есть ещё целый ряд альтернативных систем, таких как органическое земледелие, агроэкологическое направление и концепция продовольственного суверенитета. Часто можно встретить неверную мысль о том, что мы должны продвигать органическое земледелие для обеспечения поглощения углерода почвами. Органическое земледелие — это прежде всего производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Органическая продукция — экологически чистая сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, производство которых соответствует требованиям, установленным законом.

Органическое сельское хозяйство — совокупность видов экономической деятельности, при осуществлении которых применяются способы, методы и технологии, направленные на обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, укрепление здоровья человека, сохранение и восстановление плодородия почв.

С точки зрения производства сельскохозяйственной продукции органиче-



Свое земледелие подразумевает отказ от использования минеральных удобрений, средств защиты растений и ГМО.

И, честно говоря, это очень слабо сопрягается с накоплением углерода в почве.

С начала XXI века, в основном по инициативе калифорнийской профессуры, получило распространение, особенно в Латинской Америке, **агроэкологическое движение** (Gliessman, 2015), направленное на практическое внедрение принципов экологически устойчивых продовольственных систем. Движение содержит три основных аспекта:

- экологические исследования
- практические действия и сотрудничество фермеров
- социальные изменения

С практической точки зрения агроэкологическое движение отрицает использование химикатов в сельском хозяйстве, использует биологические методы защиты растений, при этом допускает использование технологий редактирования генома. Агроэкологическое движение имеет определенные признаки секты, и его приверженцы не всегда адекватно отстаивают свои позиции.

Есть ещё концепция продовольственного суверенитета. В понятии продовольственного суверенитета продовольственная система строится вокруг желаний и потребностей производителей, рас-

пределителей и потребителей продуктов питания, а также подчеркивается право на здоровую и культурноспецифическую пищу, которая производится экологически устойчивым путем.

Предполагается, что подход направлен на сохранение природных ресурсов за счёт:

- максимального повышения продуктивности экосистем;
- повышения устойчивости
- отказа от энергоёмких, монокультурных, индустриальных и деструктивных методов производства.

Система направлена на поддержку местных производителей. Эта концепция во многом стала причиной глубочайшего экономического, политического и продовольственного кризиса, разразившегося в Шри-Ланке. Отказ от пестицидов, от удобрений и индустриальных методов производства привели страну практически на край продовольственной пропасти.

Я подготовил таблицу, объединив особенности систем земледелия.

Интенсивность цвета показывает положительное влияние (или наоборот) видов земледелия на ряд показателей. Наглядно можно увидеть преимущества той или иной системы. Так, промышленный подход приводит к высоким урожаям и поддерживает продовольственную справедливость — для всех одинаковые продукты питания, но не способствует

секвестрации углерода и биологическому разнообразию. По сути, каждый из подходов имеет свои недостатки. Что касается почвозащитного земледелия, то недостаток только один — эта система не поддерживает биологическое разнообразие.

Фактически мы должны поддерживать баланс между продовольственной, экологической безопасностью и экономической выгодой. Таким образом, можно обозначить перспективы климатически-адаптивного земледелия в России:

- В качестве основы для климатически-адаптивного земледелия должны использоваться конвенциональные системы земледелия, обеспечивающие максимальную урожайность.
- В конвенциональных системах следует отдавать предпочтение почвозащитным системам земледелия, которые способствуют накоплению углерода в почвах.
- Наиболее эффективные почвозащитные системы при иссушении климата — направленные на сбережение почвенной влаги технологии нулевой и минимальной обработки почвы.
- Использование цифровых технологий может повысить эффективность адаптации к климатическим изменениям.



Особенности систем земледелия

	Использование минеральных препаратов	Использование ГМО	Высокие урожаи	Секвестрация углерода	Поддержание биологического разнообразия	Продовольственная справедливость
Промышленное земледелие	Dark Blue	Light Blue	Green	Red	Red	Green
Цифровое земледелие	Dark Blue	Light Blue	Green	Yellow	Red	Green
Почвозащитное земледелие	Dark Blue	Light Blue	Green	Green	Red	Green
Органическое земледелие	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red
Агроэкология	Yellow	Dark Blue	Red	Green	Green	Green
Продовольственный суверенитет	Light Blue	Yellow	Red	Green	Green	Green

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ С УЧЕТОМ МОДЕЛЕЙ БАЛАНСА УГЛЕРОДА

Ольга Андреева, институт географии РАН, консультант КБО ООН по целям достижения нейтрального баланса деградации земель
Ольга Куликова, институт географии РАН

Актуальность темы определяется современными глобальными вызовами, к которым относятся: рост населения планеты, продовольственная безопасность, деградация земель, изменение климата. Борьба с деградацией земель и опустыниванием — одно из приоритетных направлений государственной политики РФ, учитывающее основные направления глобального развития, выраженные в Целях устойчивого развития ООН.

В России существует специальный термин, разработанный нашими географами, — экологическая миграция, когда население мигрирует с непродуктивных земель на более качественные территории.

Цель устойчивого развития 15, которая касается сохранения земель суши, включает в себя выполнение задачи 15.3 — остановить опустынивание, восстано-



вить деградированные земли и стремиться к достижению нейтрального баланса деградации земель. Это такое состояние, когда количество здоровых, продуктивных земельных ресурсов, необходимых для поддержания жизненно важных экосистемных

Согласно Всемирному атласу опустынивания, 75% наземного покрова уже деградировало, а к 2050 году эта цифра может вырасти до 90% и более.

услуг, остается стабильным или увеличивается в определенных масштабах времени и пространства. Это относительно новая концепция, она принята на международном уровне и сейчас активно развивается.

Накоплен огромный опыт по оценке деградации земель. Оценка проводится

на глобальном уровне по трём основным индикаторам — динамика наземного покрова, динамика продуктивности земель, динамика запаса почвенного органического углерода. Статистической комиссией ООН утвержден глобальный индикатор, включающий эти три позиции, — доля деградированных земель от общей площади суши.

Что рекомендовано на глобальном уровне? Подчеркивается важность оценки углеродного баланса и выгоды от внедрения практик устойчивого землепользования, которые повышают содержание почвенного органического углерода.

Одна из информативных платформ, которая активно развивается в последние 30 лет, — Всемирная База данных по устойчивому землепользованию WOCAT,

насчитывает более 2000 успешных практик, которые реализованы во всём мире. Это открытая база данных для всех пользователей. В настоящее время мы туда вносим проект «Технология прямого посева и нулевой обработки почвы».

Разнообразие природных условий в нашей стране позволяет широко применять практики устойчивого землепользования во всех регионах нашей стра-





ны. Так что нам есть чем наполнить не только международную, но и национальную базу данных. Кстати, цифровая платформа «АгроЭкоМиссия» могла бы стать хорошим стартом для развития уже национальной системы.

Платформа WOCAT активно работает с инструментом по оценке углеродных выгод (carbon benefits project), позволяет автоматически рассчитывать выгоду от использования той или иной практики устойчивого землепользования. А связанную с ней программу LandPKS можно установить на любом мобильном устройстве и работать с ней в поле — вносить данные о своих исследованиях, о своих тестовых участках, на которых вы работаете, заносить их на карту, чтобы все данные всегда были под рукой.

Напрямую трудно оценить запасы почвенного углерода, поэтому мы заменили прямой индикатор запасов почвенного органического углерода модельными расчетами, используя удобный инструмент, — углеродный калькулятор ЕХ-АСТ (разработан ФАО в 2010 году). Этот инструмент позволяет спрогнозировать, насколько успешной будет та или иная технология в отношении секвестрирования

углерода. Если численное выражение отрицательное, ниже нуля — баланс накопительный — происходит закрепление углерода в системе. Если численное выражение положительное — баланс эмиссионный — происходит потеря углерода из системы. Выражение равно нулю — все эмиссионные потоки компенсируются поглощением.

Результаты моделирования в ЕХ-АСТ выражаются в тон-

нах CO_2 эквивалента на гектар и количество лет.

Модельный расчёт углеродного баланса (УБ) для ключевого участка АИЦ «Орловка»

Оценку углеродного баланса проводили для пяти групп полей, агрегированных по уровням поглощения/эмиссии углерода. Для получения генерализированной картограммы деградации земель ключевого участка по критерию «УБ» расчетным значениям углеродного баланса были присвоены три качественные категории: «Проградация», «Стабильное состояние», «Деградация». Эффективные с точки зрения УБ комбинации таких мероприятий позволяют представлять инвестиции в сельском хозяйстве в формате «архитектурных» агрокомплексов, скомпенсированных по углеродному балансу.



Модельный расчет УБ для ключевого участка «Орловка»

Литературные источники;

- Консультации со специалистами на местах;
- Данные чек-листов;
- Данные полевого мониторинга и лабораторных исследований, предоставленные специалистами АИЦ «Орловка»;

- Данные обработки космических снимков среднего разрешения для оценки изменений наземного покрова в модуле оценки НБДЗ TrendEarth.

Использование 4-х основных модулей программы Ех-Act:

- Смена типов землепользования;
- Севообороты — однолетние культуры;
- Дополнительные инвестиции — энергозатраты;

- Создание агролесополос или зарастание окраин полей естественной природной растительностью;

Итог работы

Результаты оценки УБ были интегрированы с картограммой оценки деградации земель для этого ключевого участка

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Валентини Рикардо, лауреат Нобелевской премии Мира 2007 года в составе ИРСС, лауреат премии Эрнста Геккеля 2015 года, почетный доктор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Проблема выбросов парниковых газов является сегодня одной из ключевых. Мы объективно ощущаем изменения в климате (глобальное потепление): есть данные, которые показывают, что с 1950-90 гг. значительно увеличилась средняя температура, в частности, температура земной поверхности. Есть несколько вариантов развития событий. На последней конференции ООН и, в частности, в рамках переговоров МГИК, было разработано несколько сценариев, каким образом могут развиваться события. Если мы примем стратегию по снижению нашей промышленной деятельности, то мы можем стабилизировать эти температуры. Если мы примем стратегию нейтральности, то мы можем значительно снизить температуру и ту динамику изменения климата, которую мы наблюда-



ем сегодня, когда выбросы парниковых газов составляют 55,3 млрд тонн экв. CO₂.

Одним из основных эмитентов являются электричество, транспорт и сельское хозяйство. То, как мы адаптируем к сегодняшним реалиям нашу сельскохозяйственную деятельность, будет во многом определять наше будущее. Именно

поэтому нам нужно делать все возможное, чтобы внедрять практики почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия, так называемого углеродного земледелия, снижать выбросы парниковых газов и увеличивать секвестрацию углерода. У нас есть много возможностей для этого. Мы можем использовать:

- органическое земледелие для восстановления лесов;
- минимальную обработку почвы;
- биоэнергетику и целый ряд других технологий.

Надеемся, что эти технологии будут использованы во многих регионах мира, и это поможет снизить парниковую нагрузку, которую дает сельскохозяйственная деятельность.

Кроме того, очень важную роль играют леса. Они благодаря своей аб-





сорбционной способности могут фактически секвестрировать те объемы промышленных выбросов, которые у нас есть сегодня. Россия, в свою очередь, обладает огромными возможностями — может секвестрировать около 5 млрд гига тонн углерода благодаря площади своих лесов.

Расскажу о сертификации методологий и методах учета выбросов парниковых газов.

Существует целый ряд различных источников таких выбросов:

- животные,
- азотфиксирующие бактерии,
- выбросы топлива и биомассы и др.

Когда вы управляете этими факторами, снижая объемы потребления топлива, удобрений, соответственно, вы можете снижать объемы выбросов.

Для измерения этих выбросов используются различные методологии. Есть три технологии, которые используются для секвестрации углерода, в этих методологиях я не учитывал метод дистанционного зондирования:

- 1) Eddy covariance
- 2) Tree and crop measurements
- 3) Proximal sensing

Описание этих технологий вы можете увидеть в отчете

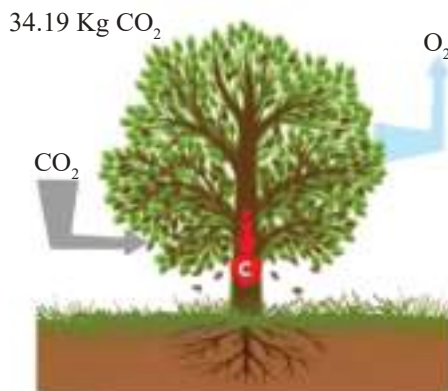
IPCC «Climate change and land».

1) Eddy covariance

Вышки используют специальные сенсоры, и по движению ветра они могут оценивать целый ряд параметров. Они способны измерять различные газы и их концентрации. Как правило, для получения информации они используют вертикальный компонент потока ветра. Обработка информации происходит с помощью математических информационных моделей. Мы также можем увидеть динамику различных потоков в разные периоды.

При использовании различных технологий нам нужно понимать, что именно мы измеряем. Нам необходима динамика роста растений, именно это определяет, в первую очередь, плодородие почвы.

CARBON SEQUESTRATION



2) Tree and crop measurements

Технология используется на уровне деревьев. Это позволяет нам измерять объемы выбросов CO_2 и моделировать, каким образом эти выбросы влияют. Мы можем оценивать потоки углерода как входящие, так и выходящие.

Мы можем оценивать, какой объем CO_2 абсорбируется деревьями: сколько сохраняется и сколько выбрасывается в атмосферу.

3) Proximal sensing

Сканеры (лидары) используются для ближнего зондирования. Происходит моделирование точек в 3D пространстве в зависимости от тех свойств, которые мы определяем этим устройством. Затем происходит обработка результатов, где лишняя информация убирается, и, соответственно, мы получаем необходимый результат. Вы можете указать те параметры, которые вам интересны. Технология может быть полезна при подсчете углеродных кредитов и их сертификации.

Один из основных пунктов, которые нужно учитывать, — это стоимость технологий.

В идеале нам нужно интегрировать все технологии, которые у нас есть, и таким образом мы сможем получить идеальный результат.



СМАРТ-СИСТЕМЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (СППР)

Иван Васенев, заведующий кафедрой экологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, профессор, доктор биологических наук

Сочетание слов, которые заложены в названии конференции — климат, плодородие и агротехнологии — как никогда, актуально в современных реалиях. Постараюсь изложить наши подходы к этим вопросам.

В XXI веке, в условиях стремительных глобальных изменений климата и агротехнологий для достижения устойчивого роста экономического производства высококачественных и доступных продуктов питания, необходимо применять наилучшие имеющиеся технологии для специфических почвенных и агроэкологических условий, которые были бы экономически выгодны и доступны сельхозпроизводителям.

В то же время вице-премьер правительства говорит нам, что на следующий год необходимо на 50 тысяч гектаров увеличить посевы гречихи, увеличить на 50 тысяч гектаров посевы сахарной свеклы. Встает вопрос — как нам это сделать наиболее экономически рентабельно и без негативных экологических последствий? Все мы здесь в определенной степени экологи, и все чаще

звучит слово — агроэкологи, поскольку, решая одну проблему — агрономическую, мы одновременно решаем и другую — экологическую. Но условий перед нами стоит очень много, и условий достаточно сложных, поэтому нам не обойтись без применения цифровых технологий.

На фоне постоянных изменений рыночного спроса и предложения различных удобрений



и средств защиты растений, их зональной дифференциации относительно погодных условий и типов почв необходимо разрабатывать системы приня-

Система поддержки принятия решений, СППР, Decision Support System, DSS — компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

тия решений (Decision Support System, DSS), которые могли бы оптимально адаптировать существующие сельскохозяйственные системы и агротехнологии к конкретным условиям. Такие системы получили широкое применение не только в западных странах, но и в восточных.

СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем

управления базами данных.

Система поддержки принятия решений предназначена для поддержки многокритериальных решений в сложной информационной среде. При этом под многокритериальностью понимается тот факт, что результаты принимаемых решений оцениваются не по одному, а по совокупности многих показателей (критериев) рассматриваемых одновременно. Информационная сложность определяется необходимостью учета большого объема данных, обработка которых без помощи современной вычислительной техники практически невыполнима. В этих условиях число возможных решений, как правило, весьма велико, и выбор наилучшего из них «на глаз», без всестороннего анализа, может приводить к грубым ошибкам.

Система поддержки решений СППР решает две основные задачи:

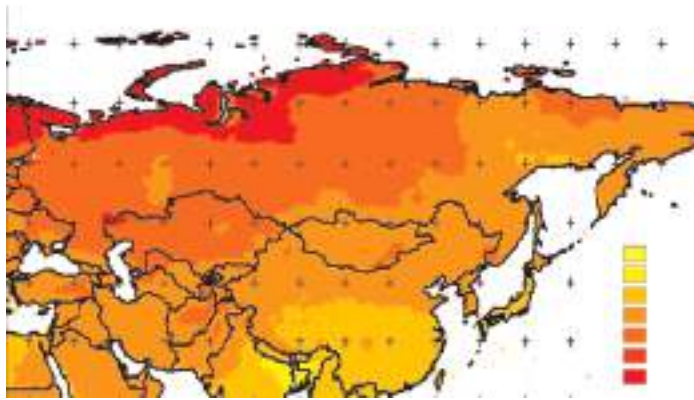
- выбор наилучшего решения из множества возможных (оптимизация),
- упорядочение возможных решений по предпочтительности (ранжирование).

В качестве примера познакомьтесь с прогнозной работой, сделанной при помощи суперкомпьютера МСЦС and RSAU МТАА в рамках работ по мегагранту РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, опубликованной в 2015 году.

Прогрессирующий рост средних годовых температур, который наблюдался в последние несколько десятилетий, меняет агроклиматический потенциал для сельского

Прогрессирующий рост средних годовых температур, который наблюдался в последние несколько десятилетий, меняет агроклиматический потенциал для сельского хозяйства в России.

«Моделирование средних годовых температур в среднесрочной перспективе за период 2006–2050 гг. по сравнению с 1961–2005 гг.»



Потенциально рост средних месячных температур (Di Paola et al., 2018) теплого сезона может создать благоприятные условия для более интенсивного производства коммерческих культур

хозяйства в России. Потенциально рост среднемесячных температур теплого сезона может создать благоприятные условия для более интенсивного производства коммерческих культур. И здесь мы видим результат моделирования средних годовых температур в среднесрочной перспективе за период 2006–2050 годов по сравнению с 1961–2005 годами. Речь идет о сопоставлении 45-летних периодов. Прогноз говорит об уверенном увеличении температуры. Хорошо это или плохо для России, на конференции уже говорилось — будет влага, будет хорошо, не будет влаги — плохо.

В рамках исследования мы изучали потенциал производства доминирующей в засушливой части черноземных регионов России твердой пшеницы в 2018–2021 году. Проводили ГИС-анализ качества почвы вместе с агроэкологическим мониторингом репрезентативных участков, где в различных почвенно-климатических условиях выращивались различные сорта твердой пшеницы и использовались различные сельскохозяйственные практики для разработки облачной умной системы принятия решений, — через месяц надеемся подать совместную заявку с итальянскими учеными.

При этом нам приходится решать вопросы, связанные с опти-

мизацией технологий, и когда я слышу, что «эта технология пойдет почти везде», у меня возникает некоторая настороженность — так не бывает. Мы вспоминаем великих ученых — Бараева, других наших академиков, замечательного агронома, доктора сельскохозяйственных наук Федора Трофимовича Моргуна, который внедрял на Полтавщине почвозащитное земледелие и защитил в Тимирязевской академии диссертацию «Агроэкологическое и экономическое обоснование почвозащитной системы земледелия для агроландшафтов лесостепи (на примере Полтавской области)» — у него получалось применять технологию, но не повсеместно.

Поэтому очень важно, чтобы наши технологии имели своеобразные агроэкологические паспорта, отвечающие на вопрос: где и при каких условиях технология даст определенный эффект? Тогда психологическая неуверенность, о которой говорили сегодня производители, будет выражена в меньшей степени, и мы сможем ставить более амбициозные цели.

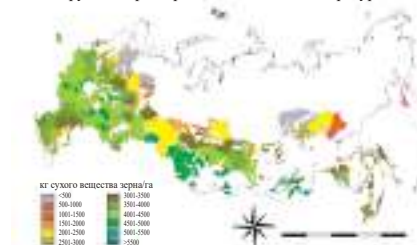
Лет семь назад на вопрос журналиста агентства Reuters отвечал, что, «по нашим прогнозам, урожайность зерновых в ближайшие годы будет увеличена в России примерно на 30%. Собеседница отнеслась к прогнозу скептически, но сейчас, если посмотреть статистику, то рост оказался очень близок к этой цифре. Конечно, в прогнозах нужно учитывать и организационные, и погодные факторы, предвидя то или иное развитие событий.

Интересное геоинформационное обобщение мы получили по лимитированию влаги от академика Игоря Юрьевича Савина. Работа показала неоднородную обстановку по ряду факторов, которую мы можем формализовать и учитывать в работе.

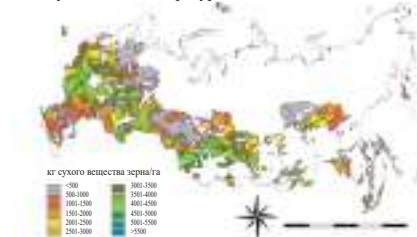
В 2015 году мы с профессором Рикардо Валентини говорили, что у нас осадки, по прогнозу на базе моделей, будут увеличиваться. Мы столкнулись с определенным недоверием, ведь одновременно отечественный институт

Агроэкологическое моделирование динамики потенциальной урожайности пшеницы (Савин, 2016)

Лимитирующие факторы: инсоляция и температура



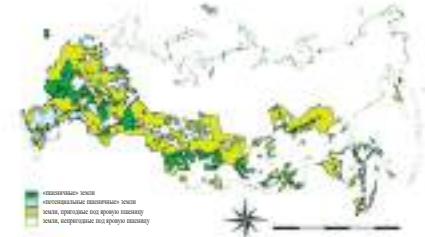
Лимитирующие факторы: инсоляция, температура и доступность водных ресурсов



Негативное влияние фактора доступности водных ресурсов



Земельная агроэкологическая оценка для яровой пшеницы



из Обнинска говорил о прогнозе по сокращению количества осадков. Что же мы видим — в целом статистика по годам показывает рост количества осадков.

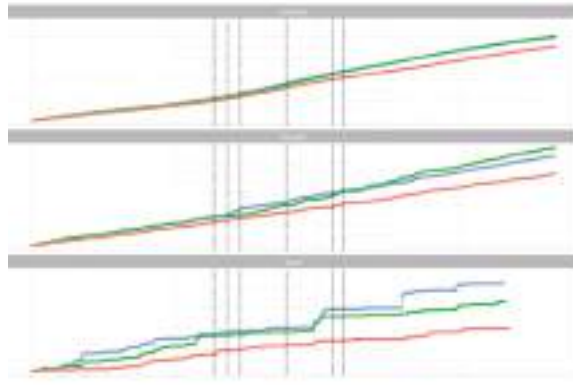
Однако даже если мы берем год со средним многолетним количеством осадков, то распределение влаги по сезону у нас варьируется от средних многолетних значений. Причем бывает так, что количество осадков не самое минимальное, как в 2021 году, но сыграло свою роль наложение высоких температур на протяжении двух недель.

Познакомимся с данными в разрезе трех регионов — Оренбургской, Самарской и Саратовской областей. Если мы берем данные за столетие, то разница небольшая, а если за десятилетие, то разница существенно возрастает, значит, для каждого региона должны быть свои технологии, свои рекомендации и сорта. А как быть с твердой пшеницей, если у нас 50 сортов рекомендовано для возделывания во всех этих трех регионах? Мы здесь, кажется, еще недостаточно помогаем хозяйствам, многие из них работают на интуитивном уровне или по «сарафанному» радио. Возьмем данные засушливого 2018 года, посмотрите, какая здесь разница, особенно когда осадков не хватает в самый нужный период колошения.

То, что мы проанализировали, приводит к выводу: специфика регионов выходит на первый план, и роль регионов, региональных структур управления, исследовательских университетов и институтов объективно возрастает, а сорта и технологии уже оказывают свое влияние на другом уровне. Создать любую модель — это дорогая задача, поэтому нам лучше разработать одну рамочную модель, детализировать ее на уровне региона, а потом доводить до районов и хозяйств.

Здесь важна консолидация, и я очень благодарен Людмиле Владимировне Орловой, что она выступает своеобразным консолидатором — генерируя

Более частые и более интенсивные неблагоприятные погодные условия привели к значительному росту экологических и экономических рисков использования традиционных методов земледелия (Иванов и другие, 2017; Di Paola, 2018; ФАО 2018).



Среднесезонные кумулятивные показатели осадков в трех лесостепных регионах:

- Прошлый век
- Прошле десятилетие
- Прошлый засушливый год

— Оренбург
— Самара
— Саратов

идеи выходить с более крупными проектами, на уровне европейских, и обосновывать их привлекательность и эффективность.

Если говорить о применении интенсивных технологий, мы видим, что в более засушливых регионах они применяются реже, но если применяются, то разница между сортами сглаживается.

Анализ методом главных компонентов показывает четкую агроэкологическую дифференциацию 3-х регионов с практически независимым разделением факторов, влияющих на урожайность пшеницы и качество глютена (наиболее стабильные показатели наблюдаются в Оренбурге).

Мы здесь с вами ещё не рассматриваем один из факторов, востребованных на международном рынке у твердой пшеницы, — цвет ее крупки. Интересовался у зарубежных коллег, как желтый цвет может сказываться на технологических свойствах, отвечают — никак, но население привыкло, и продается такая пшеница гораздо лучше. У нас таких сортов почти нет. Мы видим, что факторов у нас достаточно много, а лимитирующих — значительно меньше.

Чем развитие почвозащитных и экологических систем принятия решений в сельском хозяйстве (DSS) позволяет помочь сельхозтоваропроизводителю?

- Предсказание урожая
- Программирование удобрений
- Скрининг сортов
- Прогнозирование экономического эффекта
- Выбор оптимальных агротехнологий для данной культуры.

Основные положения при создании системы принятия решений (DSS) для выбора культур, прогнозирования урожайности и выбора оптимальных технологий

Агроэкологическая зона

1 этап: предварительный анализ и выбор оптимальных культур для данного поля, сезона и почвенно-климатических условий.

2 этап: расчет потенциального урожая для каждой из схем, выбранных на 1-м этапе, с учетом уровня инсоляции (прихода ФАР) и почвенных климатических условий для данного сезона.

3 этап: учет температур и влажности для прогнозирования роста растений.

4 этап: учет почвенных и агротехнологических факторов.

5 этап: итоговый предварительный расчет урожайности на основании всей совокупности факторов.

6 этап: анализ основных макроэлементов и, при необходимости, микроэлементов, лимитирующих рост растений.

7 этап: использование основных ресурсов



макро- и микронутриентов для каждого из выбранного набора сортов.

8 этап: дополнительные расчеты микро- и макроэлементов с учетом используемых удобрений.

9 этап: нормативный расчет минеральных удобрений для данных климатических условий и сортов с учетом коэффициентов использования элементов питания из планируемых к применению минеральных удобрений.

10 этап: коррекция планируемого урожая при недостаточном усвоении необходимых микроэлементов.

11 этап: определение агроэкологически обоснованных доз удобрений и сроков посева с учетом всех вышеперечисленных факторов и обоснованием сделанного выбора.

12 этап: определение агроэкологически оптимального варианта применяемой агротехнологии с учетом вышеперечисленных факторов и обоснованием сделанного выбора.

13 этап: определение оптимальной системы защиты растений с учетом вышеперечисленных факторов и обоснованием сделанного выбора с учетом погодных условий и фенофаз.

Перейдем к основным выводам из представленной информации.

Основные алгоритмы для анализа агроклиматической информации на уровне фенологических фаз можно эффективно детализировать благодаря использованию данных цифровых моделей и рассчитывать урожайность с использованием данных по первому и второму уровню ее лимитирования (общий объем инсоляции/сумма активных температур и объем осадков/расчетный уровень продуктивной влаги в почве). Данные, которые получены при агроэкологическом мониторинге культур, подтверждают важность детального анализа сезонной динамики (на фенологическом уровне) агроклиматических параметров почвы и культур, с учетом региональных типологических особенностей

Восстановление почво- и углеродосберегающих лесных культур на Экологическом стационаре РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева



почв и развития растений. Результаты верификационных подсчетов подтвердили целесообразность использования алгоритмов для предсказания урожая с учетом агроклиматических условий в определенной зоне, в рамках определенного вегетационного периода, для определенного типа почвы и варианта мезорельефа. Это подтверждает целесообразность разработки программного модуля на основе баз данных для выбора специфических индикаторов и построения соответствующих моделей. Поэтапное развитие, верификация и локализация регионально и сезонно-адаптируемых систем принятия решений может стать важным элементом инновационного развития сельскохозяйственной теории и практики, что позволит снизить системные экологические и экономические риски.

Обозначим основные направления в области исследований и обучения специалистов в сфере агроэкологического мониторинга:

1) Исследования в области агроэкологического мониторинга сейчас продолжаются в рамках Научного центра международного уровня «Агротехнологии будущего», который был запущен в 2020 году.

2) В рамках этого центра была создана ставшая популярной магистерская программа «Экологический мониторинг и проектирование». В рамках этой

программы студенты занимаются выбором, разработкой и адаптацией наилучших агротехнологий для условий конкретного хозяйства с учетом качества земли, погодных условий, доступности имеющихся ресурсов, степени загрязнения и себестоимости продукции.

3) В рамках наших научных, производственных и образовательных программ использовались высокочувствительные станции агроэкологического мониторинга, сенсоры интернета вещей, а также дроны, что позволило повысить точность прогнозирования урожая на ряде участков до 90%.

В завершение затрону еще один вопрос о почвозащитных лесополосах: мне кажется, надо выходить на совместный большой национальный проект. На выходе получим более благоприятный микроклимат, дополнительно будет софинансирование по карбоновым единицам, соответственно, древесины. Давайте учить и учиться вместе — нам нужно выходить на сетевые программы обучения, пока у нас больше программ с европейскими вузами, но сейчас они остановились, поэтому давайте в рамках импортозамещения разрабатывать и внедрять отечественные сетевые программы. Мне кажется, нас поддержат, и нужно внести в резолюцию такие предложения.



РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОТОКА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Хеда Муртазова, директор инженерного центра «Карбон», Чеченская республика



Карбоновые полигоны — это территории, на которых с участием университетов/научных организаций проводятся исследования климатических газов. Эти исследования включают разработку и адаптацию технологий измерения надземной и подземной трихомассы, агрохимические исследования почв, измерения эмиссий технологий дистанционного зондирования как с помощью космических, так и беспилотных платформ; а также разработку и адаптацию математических моделей по расчетам углеродного баланса.

На первом этапе было выбрано 14 ветвей результативных участков. Уникальность карбонового полигона Чеченской республики в том, что у нас два оператора

Мы все наблюдаем, что климат меняется, и меняется он очень существенно. Одна из ключевых проблем сегодня — это отсутствие достоверных данных о том, от чего зависят и как происходят эти изменения.

Для получения этих данных были созданы карбоновые полигоны в 7-ми пилотных регионах. Это территории с различными географическими особенностями, различным климатом, почвой, в этот список вошла и Чеченская республика.



Специализация научных исследований — исследование эмиссии и секвестрации углерода для различных ландшафтов Чеченской республики.

Специализация научных исследований, проводимых ЧГУ им. А.А. Кадырова, следующая:

- качественный и количественный химический анализ проб почв, воздуха и вод. Анализ динамики количественных параметров загрязнений;
- исследования методов регенеративного животноводства, направленные на сокращение выбросов парниковых газов, защиту почвы и биоразнообразия и способствующие максимальному поглощению климатически активных газов;
- селекционная работа по выведению новых и адаптации существующих пород растительности, обладающих повышенными секвестрационными характеристиками.

Специализация исследований ГГНТУ им. академика М.Д. Миллионщикова:

- мониторинг потоков климатически активных газов природных и природно-техногенных экосистем, в т.ч. на рекультивированных нефтезагрязненных территориях;
- оценка эмиссии парниковых газов почвами различных ландшафтов;
- оценка эмиссии метана и других климатически активных газов геотермального происхождения в окружающую среду;
- низкоуглеродные технологии утилизации техногенного сырья.



— это Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова и Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. Общая площадь участков составила более 1780 га. Уникальность карбонового полигона Чеченской республики: при сравнительно небольшой протяженности территории республики с севера на юг — 170 км, с запада на восток — 100 км, на этой территории представлены различные климатические зоны — полупустыни, степи, лесостепи, пояс горных лесов, переходящий в горно-луговую зону, высокогорная зона ледников.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ:

• «**Экологическая диагностика секвестрации углерода в ландшафтах Чеченской республики**» — предложена синтетическая концепция формирования профиля черноземных почв, распределяющая процессы накопления, перераспределения органического вещества к минеральной части профиля.

• «**Изучение секвестрационного потенциала пастбищных и луговых фитоценозов Чеченской республики**» — поиск агротехнологических решений, регулирование противоположно направленных процессов гумусоаккумуляции и минерализации как одной из основ устойчивого функционирования почво- и биосферы в целом.

• **Анализ, оценка и моделирование потоков и запасов углерода в естественных и антропогенных экосистемах на основе наземных и дистанционных методов мониторинга (2022);**

• **Анализ пространственно-го разнообразия и временной динамики запасов углерода в почвах горных экосистем (2022);**

• **Фитомелиорация аридных ландшафтов Северо-Чеченской низменности.**

Для анализа поглотительной способности различных древесных пород и оценки этой возможности на площади более 6 га на карбоновой ферме высажены павловния и черенки экспериментальных сортов тополей. Исследования проводятся с временным интервалом в 2 недели.

Кроме того, карбоновый полигон — это не только исследо-

вательская часть, то и образовательная, которая предполагает усиленную подготовку специалистов в области мониторинга климатически активной базы. Данная политика требует развития и подготовки соответствующих кадров. И уже с 2021 года в Чеченском государственном университете им. А. А. Кадырова реализуются образовательные программы с профильным направлением.

Карбоновый полигон Чеченской республики — единственный в России по отработке технологии регенеративного животноводства. Современное низкоуглеродное животноводство может быть построено только на схеме интенсивного выпаса, травяного откорма. Внедрение такого метода затруднено отсутствием необходимых для принятия решений оценок и рекомендаций. В данном случае нет оценки объема и качества биомассы пастбищных участков, нет оценки объема потребления биомассы животными и нет плана оборота пастбищных участков. Данный проект предназначен для сбора необходимой информации БПЛА и ее обработки с помощью искусственного интеллекта. Цель — создать инструмент управления пастбищным хозяйством, который не только повысит рентабельность хозяйства, но и упростит привлечение ресурсов для развития.



УГЛЕРОДНЫЙ БАЛАНС ЭКОСИСТЕМЫ И АТМОСФЕРЫ

Ольга Шибистова, эксперт-почвовед, к.б.н.

С 1998 года я занимаюсь вопросами обмена углерода и углеродного баланса между экосистемой и атмосферой. Очень благодарна организаторам конференции за предоставленную возможность поделиться своим опытом.

Углеродный баланс — это, по сути, итог взаимодействия двух противоположно направленных потоков: фотосинтеза и дыхания экосистемы. Компоненты углеродного баланса, которые нас интересуют в первую очередь, — это чистый экосистемный обмен и чистая первичная продукция, невероятно важная с точки зрения сельхозпроизводителя, и, конечно же, чистый экосистемный баланс углерода, который включает в себя многокомпонентное уравнение, где присутствуют не только результаты прямого газообмена, но и косвенные факторы, такие как вынос углеродов в гидросферу, пожары, вынос углерода с урожаем в летучие соединения, эмиссия остальных парниковых газов, почвенная эрозия и результаты внесения органических удобрений. **Чистый экосистемный баланс углерода в агроэкосистеме может быть как негативным, так и позитивным.**

Чистая первичная продукция может достигать 60 процентов, огромное значение отводится экосистемному дыханию и выносу парниковых газов. Измерения обмена углерода и компонентов углеродного баланса между экосистемой и атмосферой зависят от того, какую научную задачу мы ставим перед собой и какой из компонентов мы собираемся рассматривать. Скажем, спектр измерений варьирует от спутникового зондирования, где мы можем определять валовую первичную продукцию, до ло-



Круговорот углерода в природе

кальных точечных измерений с помощью почвенных камер, градиентов, тоннеля и метаданных вихревых пульсаций. На более высоком масштабе мы можем использовать летательные аппараты или высотные мачты. При этом мы делаем охват от локального масштаба в несколько метров до тысяч квадратных километров.

Каковы же методы оценки валовой первичной продукции, или фотосинтеза? Прежде всего, это методы дистанционного зондирования, кроме этого, мы можем применить моделирование, которое основано на процессах измерения фотосинтеза локальной фотосинтетической камерой и в дальнейшем моделирования с учетом сопутствующих микроклиматических параметров и специфических данных экосистемы, типа почв в том числе. Очень перспективно и сочетание изотопных и микрометеорологических методов, которое было предложено еще в 90-х годах и сейчас практикуется не только для исследования фотосинтетической активности, но и для разделения компонентов дыхания экосистемы, таких как автотрофное

и гетеротрофное дыхание. И самым простым и перспективным методом является метод микровихревых пульсаций.

Мы знаем, что метод вихревых пульсаций измеряет чистый экосистемный обмен, интегрированный на площадь, но, зная дыхание экосистемы, которое измеряется, как правило, в ночное время, когда фотосинтез отсутствует, и корректируется на температурные показатели и показатели влажности почвы, мы можем смоделировать дыхание экосистемы и также валовую первичную продукцию.

Методы оценки чистой первичной продукции, которые сельхозпроизводители должны волновать в первую очередь, — это дистанционное зондирование, крупномасштабные оценки NPP, такие как «bottom-up» модели на основе измеренной урожайности сельхозкультур. Здесь существует множество аллометрических уравнений, учитывающих культуры, разные почвенные и климатические условия использования индекса урожайности, потерь и так далее. При этом нужна информация о первичной продукции

в семенах или плодах, которые тоже рассчитываются, исходя из содержания органического углерода в биомассе: нужно NPP надземной биомассы — здесь используется индекс урожайности, корневой системы, здесь тоже существует множество аллометрических уравнений, сравнивающих надземную и подземную биомассу. Особую сложность составляет определение первичной продукции в остатках, поскольку это не только то, что удаляется с соломой, остается как мульча, — здесь еще должны быть учтены потери от паразитов, травоядных животных и т.д.

Как можно применить различные масштабные методы для того, чтобы порционировать потоки углерода между экосистемой и атмосферой? Как пример, расскажу про наш эксперимент по определению компонентов дыхательного потока лесной экосистемы. Когда мы применили Eddy covariance и метод открытых и закрытых камер, эксперимент показал, что почвенное дыхание является превалирующим компонентом дыхательного баланса экосистемы и составляет более 50 процентов, и именно почвенное дыхание может моделировать свойство экосистемы быть источником CO₂ в атмосфере.

Преимущества и ограничения метода вихревых пульсаций

Преимущества — неде-

Методы измерений почвенными камерами Закрытые статические аккумуляционные камеры



- Снабжены вентилятором
- Применимы для всех измерений всех парниковых газов
- Измерение с помощью ИКГА или ГХ

- Поток CO₂ может быть рассчитан как функция изменения концентрации во времени: $F = (dC/dt) \cdot V / A$ (Livingston et al., 2010)
- F – поток; t – время;
- C – концентрация газа в камере;
- V – объем камеры;
- A – площадь поверхности, покрываемой камерой.



структивный метод; быстрые непрерывные и долговременные ряды данных; при необходимости можно проводить модельные эксперименты с внесением удобрений или влиянием источника способа землепользования.

Ограничения — очень требователен к рельефу, и для сельскохозяйств здесь очень сложно найти репрезентативные участки. Однако это проблема в основном для Европы, где размер полей достаточно мал, в России выбрать репрезентативные участки несложно.

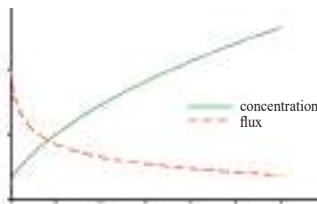
Мы поговорим о том, насколько разные методы могут описать пространственную гетерогенность потока углерода из почвы в атмосферу. Когда мы сравнили Eddy covariance и камерные методы, увидели, что Eddy covariance интегрирует поток на большую площадь, а камера показывает гетероген-

ность потока, которая зависит от мозаичности напочвенного растительного покрова. По гетерогенности величины потока CO₂ из почвы на площади в один гектар мы видим разбег данных, различающийся почти в 6 раз, — это может быть связано с наличием корневой системы в почве, которая, естественно, влияет на величину потока.

Поэтому я перехожу к почвенным камерам, с помощью которых можно наилучшим образом определить гетерогенность потока и дальше связать величину почвенного дыхания с физиологическими процессами, которые происходят в почве и напочвенном покрове. Прежде всего, наиболее важный механизм переноса CO₂ из почвы в атмосферу — это диффузия, которая описывается первым законом Фика, поэтому подчеркну, что действие всех камер, которые вы будете использовать для измерения почвенного потока, основывается на первом законе Фика, на диффузионном процессе. Камеры в зависимости от принципа действия делятся на закрытые статические, закрытые динамические и открытые динамические.

Закрытые статические камеры делятся, в свою очередь, на абсорбционные. Это метод, который применяется в лабораториях довольно часто и впервые был предложен в 1922 году. Он называется «дыхательный колокол» и основан на абсорб-

Методы измерений почвенными камерами Открытые динамические камеры



Влияние концентрации CO₂ в свободном объеме камеры на диффузию CO₂ из почвы

- Мотивация: рост концентрации CO₂ в закрытой камере снижает градиент (dC) – движущую силу диффузионного переноса (Porkka, 1931)
- Используются с развитием метода ИКГА (Коеф, 1953; Witkamp, 1969; Rayment and Jarvis, 1997; Fang and Moncrieff, 1998; Pumpanen et al., 2001, 2004)



ADC SRS-1000



PP-CFX-1

Методы измерений почвенными камерами

Закрытые динамические камеры (проточные камеры с нестационарным состоянием потока). Поток рассчитывается по изменению концентрации в свободном пространстве камеры $F=d(V \cdot C) / dt \cdot A$

F – поток;

V – объем камеры

C – концентрация газа; dt – время экспозиции; A- площадь камеры



ции поглощения CO_2 абсорбентом, скажем, щелочью или натронной известью. В чем его преимущества? Он может дать интегрированные измерения по времени, его можно проводить одновременно на обширной территории, но необходима некоторая коррекция на образующейся жидкости. Я знаю, что абсорбционные камеры недостаточно продвинуты и люди предпочитают не пользоваться ими, но лично я к ним отношусь положительно, потому что для получения реалистичных данных необходимо учитывать некоторые параметры (они описаны в статье Gupta&Singh), когда выбирается оптимальное соотношение объема и площади камеры и объем камеры вы рассчитываете, исходя из предварительно измеренного потока.

Статические камеры могут быть также аккумуляционными, где CO_2 измеряется методом Джесси, или инфракрасным газоанализатором. Основная проблема, которая может быть связана со статической камерой, — увеличение концентрации влияет на диффузионный процесс, в связи с этим была выдвинута идея еще в 20-30 годах о применении проточных открытых камер.

Принцип действия динамической проточной камеры основан на том, что воздух поступает в камеру и выходит из камеры, при этом должен создаваться постоянный поток воздуха через камеру, который поступает на инфракрасный газоанализатор. Расчет потока тоже довольно прост.

Закрытые динамические камеры — это лайкоровские камеры, их можно разделить на автоматические или ручные переносные. Они довольно просты в использовании и дают очень хороший результат.

Преимущества и недостатки камер

Преимущества — гибкое пространственное покрытие, быстрые измерения, одновре-

менное измерение фотосинтеза и эвапотранспирации, если использовать прозрачную камеру и одновременно несколько газов.

Недостатки — это «эффект камеры», накопление концентрации, изменение давления при проточных камерах, кроме того, «эффект камеры», когда они долго стоят на одном месте, сложность использования в зимнее время и необходимость интеркалибровки при использовании различных видов камер.

Еще один перспективный метод — это метод градиента, который основан на том, что концентрация CO_2 в воздушном пространстве и почве выше, чем в атмосфере, поэтому можно определять концентрацию CO_2 и поток как функцию от глубины.

При градиентном методе почва разделяется на горизонты, туда устанавливаются сенсоры CO_2 , и поток рассчитывается согласно первому закону Фика. Здесь важно знать коэффициент диффузии газа.

Преимущества — простота в исполнении, разумная стоимость, доступная технология (можно мерить достаточно большие площади по размеру, возможно одновременное измерение нескольких параметров, благодаря чему мы можем исследовать процессы в почве).

Недостатки — необходимо применение модели, высокая чувствительность к диффузии, нужно измерять коэффициент диффузии, который варьирует достаточно широко в пределах почвенного профиля, и нужны

достаточно высокие требования к измерению концентрации, поскольку мы работаем с градиентом.

Краткие выводы

1) Выбор метода измерительной компании зависит от ваших задач, от временных масштабов, которые вы планируете и исследуемой экосистеме.

2) Метод и протокол должны быть адаптированы к типу экосистемы.

3) Метод вихревой ковариации идеален для долгосрочного мониторинга, но очень хорошо совмещать его с точечными измерениями камеры.

4) Использование камер дает оценку гетерогенности потока, можно использовать непрерывные измерения камеры автоматическими камерами и точечные измерения по площадям, но это зависит от научных задач.

5) Градиентный метод оптимален для изучения потоков CO_2 на уровне процесса и хорошая альтернатива для использования на сельхозплощадях.

6) При использовании почвенных камер необходимо создать оптимальные условия для избегания проблем с конвекцией в камере за счет изменения градиента давления, кроме того, создать хорошее перемешивание в камере, которое тоже не вызовет изменения в давлении, но надо быть очень осторожным — ходить по тропинкам и не устанавливать кольца на длительное время и очень глубоко. Кроме того, для всех методов необходима интеркалибровка.

ДЕПОНИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН ПО ОТНОШЕНИЮ К СОЕДИНЕНИЯМ УГЛЕРОДА

Евгений Абакумов, заведующий кафедрой прикладной экологии Санкт-Петербургского государственного университета

Российская Федерация многообразна с точки зрения разнообразия почв, морфологии почв, состава, содержания, запасов углерода и т.д. Мы видим, что у нас запасы органического вещества в различных природных зонах, а также в различных фациях движения с запада на восток различны.

Мы находимся в регионе, который благодетельствован почвоведом. Мне выпала честь в свое время написать небольшую статью в энциклопедию Самарской области. Там звучали такие имена, как Прасолов, Бессонов, Неуструев, Доленко, Носин, который издал великолепную монографию «Почвы Куйбышевской области», составил одну из лучших региональных карт бывшего СССР, детальную, очень подробную, с хорошим классификационным изложением и детерминацией, не просто механическим определением почв. Мы исследовали в основном Самарскую Луку, вместе с Институтом экологии Волжского бассейна работали над созданием и разработкой страниц Красной книги почв Самарской области, которая так и не завершилась по разным причинам. Эта земля явилась источником становления южно-поволжского почвоведения, и в Саратовскую область, и в Казахстан самарские почвоведы принесли докучаевскую школу.

Мы здесь говорим об углероде довольно-таки смело, иногда — об органике. Но органика — это термин, недопустимый в почвоведении, хотя очень часто встречается в научных статьях. Надо говорить: углерод органических соединений. Он включает в себя гуми-



новые кислоты, негуминовые вещества и прекурсовые модификации, живущие организмы и, собственно, почвенное органическое вещество. Разные классификации существуют. Разные профильные распределения органического вещества. Если мы до недавнего времени кореллировали свои подходы с Евросоюзом или США, то стоит отметить, что у нас разное понимание гумуса и того углерода, который мы определяем в лаборатории — по Тюрину, не

по Тюрину, сухое сжигание или мокрое. На самом деле мы говорим о совершенно двух разных формах углерода. Европейцы чаще всего не отбирают ни корешки, ни даже часть грубого гумуса. Мы отбираем, если по правилам, по классике, практически все. И определяем, окисляем по Тюрину только классический коллоидный гумус. Но это полбеды. В большинстве наших исследований мы отбираем только образцы с верхней части почвенного профиля. Хотя по Розанову, по классическому учебнику, есть ряд морфологических типов распределения гумуса по профилю почвы и иногда на глубине метра его больше, чем в верхнем горизонте, особенно это касается природных почв, а не почв агроценозов, где идет конвергенция состава, конвергенция однородности. Мы практически не учитываем в наших карбоновых исследованиях морфологию гумуса. Я не говорю про классические немецкие формы гумуса, но вот микроморфоло-

ТИПЫ ОРГАНОПРОФИЛЕЙ

(pictures of Soil museum of Tomsk university www.photosoil.ru из личного архива Е.В. Абакумова)

AY gray humus



AU mollicblack



AJ crust humus



Arable humus



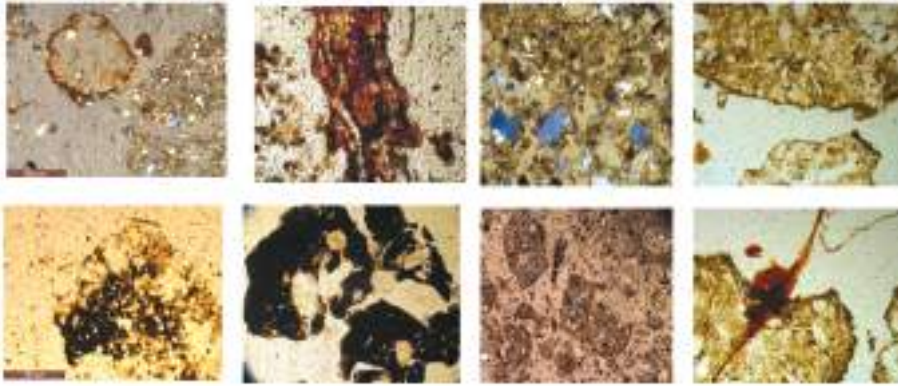
Cryogenic humus



Illuviatedhumus



УЧЕТ РАЗНООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА МИКРОУРОВНЕ (фото из личного архива Е.В. Абакумова)



гические картинки говорят, что при 1% содержания мелкоземистого гумуса его формы ассоциации с минеральной частью почвы могут быть совершенно разными — практически не разложившимися или очень хорошо разложившимися и хорошо ассоциировавшимися с минеральной частью почвы. Мы практически не говорим о спектроскопии органического вещества и не оцениваем степень стабилизации органического вещества, ядерного магнитного резонанса по степени ароматичности. Да, Россия сейчас столкнется с этой проблемой. Потому что агрегат спектрометрии полностью импортируется из-за рубежа, как и приборы для сухого определения углерода сжигаемого. Это будет проблема для нас технологическая, техническая и методическая, у нас считанные ресурсные центры в стране работают с этими методами оценки качества органического вещества. Поэтому, когда мы говорим об 1% гумуса или о 5% гумуса в двух почвах, нужно учитывать разные уровни стабилизации органического вещества.

Вот эта проблема трансфера метода Тюрина или Уолки Блейка в сухое сжигание и обратно. У нас не существует номограмм в России, перевода. Есть статья Ольги Степановны Безугловой в журнале «Почвоведение», написанная лет 20 назад. Есть еще несколько статей о том, как переводить из одной формы углерода в другую. Нам нужна номограмма.

Мы теперь вынуждены будем, вероятно, отказаться от нового сухого сжигания и переходить вновь на Тюрина. В перерасчетах методика должна быть.

Области и задачи карбоновых полигонов мы сегодня уже обсудили. Забыли мы о лизиметрах, о лизиметрических исследованиях оценки растворенного органического углерода. Об этом надо помнить, потому что этот расход органического углерода в экосистеме, особенно в бореальном поясе, очень важен, и в полярном тоже.

Наш университет пытается создавать свой карбоновый полигон в бореальном поясе в Южнотаежной климатической области вместе с Сыктывкарком. Непонятно, в бореальном или в полярном поясе, поскольку республика Коми огромная. У нас был карбоновый проект с Гамбургским университетом. Потом он 3 года продолжался под

другим названием. Сейчас все прекращено. Вот оценка Гамбургского университета. Полторы тысячи петаграмм углерода запасено в зоне суши всего мира. Плюс-минус 25%. Вот эта оценка их верифицированная, вымученная годами. И 25% — это ошибка. А почему ошибка? Потому что, во-первых, у нас профиль этих почв очень неоднородный в вертикальном, в горизонтальном масштабе. И потом большая кластеризация данных. Мы практически все наши данные и карты берем, исходя из Ямала и Якутии. Между ними наблюдения практически не ведется. Красноярская группа — еще несколько точек. Огромная Сибирь, это 60% территории России, и там ошибка у нас гигантская. Что с этим делать? Карбоновые полигоны только частично могут решить эту проблему. Когда мы оцениваем уровень стабилизации органического вещества в одной и той же природной зоне, например, дельте реки Лена, это Якутия, есть случай подзола интразонального, ароматичность гуминовых веществ в несколько раз выше, чем в случае зональной криосоли. То есть это может быть 10% там и там или 5% там и там, а качество органического вещества совершенно разное, в 3 или в 5 раз различающееся. Запасы углерода гуляют очень сильно в полярном поясе. Это зависит от

Определение общего содержания органического углерода

Косвенный метод (Метод Тюрина)

Большая часть данных и расчетов получена этим способом

Метод имеет большую ошибку из-за:

- недоокисления
- галогенов
- степени внутримолекулярной окисленности

Расход окислителя:

CH₄ -повышенный

CO₂ -пониженный

C₆P₁₂O₆—нейтральный, заложенный в принцип метода

Прямой метод (сухое сжигание)

Метод «сухого сжигания» заключается в определении органического углерода путем измерения количества диоксидауглерода, выделяемого в результате сухого сжигания

Мокрое сжигание



- Длительность
- Сложность
- Стоимость
- Агрессивно по отношению к окружающей среде

Сухое сжигание



- Быстро
- Автоматически
- Экономически эффективно
- Безопасно для окружающей среды

очень многих факторов. Когда мы говорим о бореальном поясе, здесь тоже много проблем. Что считать зональным или типичным разрезом и почвы, и экосистемы для карбонового полигона и докарбоновой фермы? Вот в Ленинградской почве попробуй найти зональный подзол. Хотя она большая и лесов много, все это послерубочные, слепахотные почвы. Там может быть природная почва только в Вепском лесу. Последняя практика подсечно-огневого земледелия в Ленинградской области — 1956 год. Все было сожжено, это не природный лес. Очень много болотных почв.

Наш карбоновый полигон будет располагаться на территории земель Воейковской обсерватории геофизической, там и землю нам дадут. Но совершенно разные запасы зональной и интразональной болотной почвы. И от чего будем отталкиваться в нашей карбоновой ферме, которая, кстати, будет располагаться на другой территории, поскольку Росгидромет может дать нам землю для мониторинга, но не может дать землю для выращивания лесов?

Переходим к Самарской Луке. Самарская область отличается гигантским почвенным разнообразием. Вот вы говорите о том, что будет сделан агрополигон. Нужно подумать и о природном выносе этого полигона, чтобы он был на природной территории. Есть две ООПТ

Карбоновые полигоны Коми, ХМАО и ЯНАО расположены в полярном поясе



федерального уровня — Национальный парк Самарская Лука и Жигулевский государственный заповедник. Вот там мы проводили исследования и пытались оценить тоже депонирующие способности. Разнообразие профилей почвы Самарской Луки обусловлено геогенными факторами, почвообразующими породами и рельефом. Там гигантское количество типов почв — до 50. Буроземы, карбопетроземы — тут мы оцениваем не только профильное распределение углерода. А на трех площадях запасы валежника различной степени разложения. Оцениваем суммарные запасы валежника, суммарные запасы гумуса в лесных подстилках. Важно, стоят ли на исследуемой территории опадомеры. Опад раз в месяц сотрудники взвешивают и разбивают по фракциям. 10-15 лет назад это еще было. Нам надо на карбоновых полигонах фракционный состав опада определять. И вот мы посчитали запасы углерода по

ареалам почв. Рассчитали процентное распределение запасов углерода в Самарской Луке. Профили почвы, горизонты и запасы подстилок и так далее. На самом деле очень большая вариабельность по почвенным типам. Важный фактор для лесостепи и вообще для России — это то, что я называю карбоновая антиферма. В прошлом году наша страна была антифермой. Сгорела огромная часть Сибири. В Тольятти у нас есть три мониторинговые площадки, где мы изучаем постпирогенное почвообразование, — изменение морфологии почв после пожара, изменение структуры гуминовых веществ методом ЯМР. Что самое интересное — после пожара резко увеличивается ароматичность гуминовых веществ. Сгорает периферийная часть. А устойчивая ароматика накапливается. На самом деле вот это правильное понимание того, что иногда бывает иллюзия. Вот выпаванный чернозем, в нем растет ароматика — это кажущееся увеличение стабилизации органического вещества.

К выводам. Пространственная неоднородность в природных почвах выше, чем в агрофитоценозах. Сопоставление методов прямой — непрямой, доступность — недоступность в условиях санкций и изоляции. Сколько это продлится, мы не знаем. Морфологические и химические формы углерода и учет степеней стабилизации органического вещества. Вот тут бесконечный фронт работы для почвоведов, экологов, химиков, исследователей.



АУДИТ ЗАПАСОВ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ. ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭТОЙ ПРОБЛЕМЫ

Андрей Розанов, кандидат географических наук, университет Стелленбош, ЮАР

Расскажу о наших работах в области оценок запасов углерода и их изменений под влиянием изменений условий землепользования. Оценка запасов углерода большой сложности не представляет, но нам необходимы количественные проверяемые и подтверждаемые измерения. Если мы заявляем о том, что мы увеличили углерод на какое-то количество, мы должны быть готовы к тому, что эти данные могут быть проверены, в том числе, при помощи аудита. Необходимо измерить всего лишь несколько параметров — глубина почвы, плотность почвы, содержание органического углерода и процент каменистости, который нужно учитывать в каменистых условиях.

Расчет достаточно прямолинейный. Мы можем объединить эти три параметра. И скорректировать их на плотность сложения почвы. К сожалению, все эти измерения имеют некоторую неточность, и мы должны понять, что каждое из них добавляет к общей ошибке нашей оценки. Соответственно, все эти ошибки необходимо учесть. Их можно учесть в процессе расчетов или в процессе сравнения окончательных величин.

Как нам разобраться с этой проблемой, учитывая то, что на площади, которую мы обследуем, может быть достаточно большое варьирование и содержание гумуса в почве, и глубины почвы, ну и, конечно же, плотности сложения?

Глубина, на которую мы собираемся депонировать углерод, может тоже варьироваться, и для этого нам нужно знать вертикальное распределение углерода, а также других величин. Чтобы минимизировать



ошибки, необходимо использовать одни и те же лаборатории для сравнения «до» и «после». Можно проводить блокировку отдельных районов, а можно понять, насколько сильно отличается наше измерение от единичной линии. Кроме того, есть параметр, который мало используется в почвоведении, но часто — в медицинских исследованиях: это статистическая мощность. Статистическая мощность позволяет нам определить количество образцов, которые нам хотелось бы про-

анализировать и минимизировать, для того чтобы получить достаточно достоверный результат.

В принципе, статистический Student T-test при выбранном уровне альфа достаточен для того, чтобы с уверенностью сказать, смогли ли мы достаточно четко подтвердить наши наблюдения о том, что содержание органического углерода и его запасы в действительности изменились.

Первый пример. Мы проводили работы в провинции КваЗулу-Натал Южной Африки. И здесь мы имеем дело с водосбором величиной около 300 квадратных километров, расположенном на высоте более 1000 метров над уровнем моря. Почва сформирована на породах группы Кару, и почвообразующие материалы — это всевозможные сланцы, песчаники, время от времени попадают долериты, диориты. Осадки около 900 мм в год. И температура летом около 28, зимой около 12 градусов Цельсия. Земле-



пользование варьируется значительно. В первую очередь, нас интересовали естественные луга, которые используются под пастбища, обрабатываемые земли и лесные территории.

Нам удалось показать, что, в принципе, распределение гумуса в вертикальном направлении достаточно предсказуемо. Мы это сделали, отобрав образцы буквально с каждых 5-10 см в верхней части профиля, и с большим интервалом по мере увеличения глубин. Мы обследовали 69 почвенных профилей, отобрав объемный вес в трехкратной повторности. Мы видим, что содержание глины варьируется значительно — от 3% до 50%, фактически от песка до глины, pH от чуть бо-

лее 3 до почти нейтрального. Почвы тоже довольно разные. Преимущественно всевозможные красноземы и буроватые. Масса всяких вариаций. Тем не менее, мы предполагаем, что вертикальное распределение гумуса в почве будет достаточно предсказуемым. И на основании этих предположений мы отобрали еще около 300 поверхностных образцов с глубины 0,5 см. Объединив наши почвы по типу растительности, мы поняли, что под луговой растительностью мы имеем практически экспоненциальное снижение содержания гумуса, которое мы нормализовали к единице и получили некие системы распределения, которые позволяют нам определить содержание гумуса, то есть про-

интегрировать всю кривую по глубине до 1 метра и получить оценку запасов, используя только поверхностный образец по всей остальной территории. Совершенно очевидно, что вот такой способ проведения оценки в большей мере подвержен влиянию типа землепользования и типа обработки, чем чего-либо еще. Мы видим, что при полной обработке почвы мы имеем практически равномерное распределение гумуса в слое до глубины обработки, где потом опять мы видим экспоненциальное снижение. В то время как при минимальной обработке или же в системе No-till без обработки видим практически повторение распределения по вертикали того, что мы видим под луговой растительностью. В общем-то все эти типы распределений мы можем смоделировать и сделать это с довольно большой точностью. Во многих случаях мы видим, что то, что мы смоделировали, показывает нам распределение почти один к одному и, соответственно, без особого смещения. Хотя, конечно, коэффициент корреляции от 0,7 до 0,85 не достаточно высок, чтобы применять это для целей аудита. Хотя, здесь все зависит от того, насколько терпимы аудиторы к уровню ошибки. А уровень ошибки может быть довольно большим. С этим подходом мы рассмотрели изменения содержания углерода в почве в различных системах землепользования при помощи сельхозопытов. У нас были делянки, на которых проводились многолетние эксперименты с различными типами ведения хозяйства и севооборотами. Естественно, мы хотели посмотреть, насколько это влияет на урожайность. Урожайность мы закартировали также. И здесь тоже мы видим некоторое разнообразие почв. Почвы в основном каменистые камбисолы. Нас особенно насторожило, что в системе одного, довольно небольшого, но вытянутого поля, мы видим бимодальное



распределение многих параметров, в том числе и урожая. Явно, что один из участков выпадает, и мы видим, что на трех полях урожай около двух тонн на гектар пшеницы яровой, а на четвертом поле всего лишь около одной тонны на гектар. В принципе, это значит, что если мы будем делать статистическую обработку по трем полям, то шансы увидеть какие-то изменения у нас будут несколько больше, чем если мы включим все четыре поля. Вот здесь как раз нужно проводить блокировку и изолировать участки, которые ведут себя немножко по-другому. Здесь это было вызвано засолением почв. Соответственно, в этом опыте мы заложили все повторности 1, 2, 3 на трех полях, которые представляют собой довольно однородное пространство, с урожаем около двух тонн на гектар. А все четвертые повторности, как это принято в сельхозэкспериментах, мы сместили на поле, которое дает нам более низкий результат. И мы видим, что по урожайности есть довольно значительный пространственный тренд, который может нам помешать увидеть изменения, которые происходят под воздействием всех тех мер, которые применяем. Но этот тренд, в принципе, можно включить в наши модели, и это тогда позволит нам более точно определить эти изменения. И здесь значительную роль играет анализ статистической мощности, но он требует довольно большого количества образцов. Мы проанализировали около 120 образцов на относительно небольшом поле, для того чтобы понять, сколько же нам реально нужно для того, чтобы «поймать» изменения, которые происходят в относительно короткое время. Эти образцы мы организовали либо по трем системам земледелия, либо по 30 участкам. И увидели очень похожие результаты, т.е. нам достаточно небольшого количества образцов для того, чтобы увидеть значительные измене-



ния. Часто 80% статистической мощности достаточно для того, чтобы проследить изменения, в которых величина изменения близка к дисперсной. Здесь хорошо видно, что если мы включаем четвертое поле с низкой урожайностью, то у нас стандартное отклонение, среднее по всем полям, значительно выше относительно опытов, которые проводились всего лишь на трех полях. Опять-таки история с блокировкой полей, которые ведут себя по-другому. Здесь мы видим изменения, которые произошли в объемном весе плотности сложения почвы. За время опытов, с 2015 по 2019 годы, мы обратили внимание, что вес изменился значительно. Серьезного статистического анализа даже не нужно, чтобы понять, что дисперсия между двумя наблюдениями намного меньше, чем разница между этими наблюдениями. Но в то же время мы обнаружили и снижение концентрации или содержания углерода, которая составила 0,1-0,2%. Мы видим, что при сорока наблюдениях, при сорока «повторностях», мы имеем более близкие результаты, чем те, которые мы видим при тридцати. Дальнейшее увеличение числа «повторностей» не приводит к тому, что мы сможем поймать более мелкие изменения.

В заключение хотелось бы

сказать, что если есть цель депонировать углерод, то надо предусмотреть минимизацию ошибок с самого начала наблюдений и максимизировать вероятность того, что вы эти изменения сможете количественно наблюдать. Для этого вначале хорошо бы провести анализ статистической мощности для понимания того, как углерод распределен в пространстве, и провести блокировку полей, объединив блоки таким образом, чтобы минимизировать дисперсию внутри этих объединений. А далее ANOVA или T-test покажут вам изменения и их значения. Но значимость этих измерений в значительной мере зависит от того, насколько ваш клиент терпим к этим ошибкам. Соответственно, изменяя уровень значимости альфа от 0,05 до 0,1, вы можете показать, что на 90% вы оказались правы, а не на 95, как хотелось бы, т.е. это уже предмет договоренности и взаимопонимания между теми, кто платит за депонирование углерода, и теми, кто его производит. Это взаимопонимание есть, потому что мы осознаем, что содержание углерода в полях может варьировать значительно, особенно в присутствии каменистости. Здесь надо проявлять некоторую толерантность.



УСТОЙЧИВОСТЬ ПРАКТИК РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: УРОКИ ПРОЕКТА «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО БУДУЩЕГО»

Мелике Кус, координатор программы земле- и водопользования Центра сохранения окружающей среды (Турция)



Наш Центр сохранения окружающей среды занимается проектами землепользования. У нас есть ряд программ, которые связаны с лесоводством, сельским хозяйством, с управлением водными ресурсами.

Сейчас мы реализуем проект по сельскому хозяйству в центральном регионе Анталии. Этот регион характеризуется высокой степенью опустынивания, тем не менее там очень интенсивно ведется сельское

хозяйство: возделываются подсолнечник, пшеница, кукуруза и ряд других культур.

В последнее время мы наблюдаем негативные погодные условия: значительно увеличилось количество осадков, кото-



рое приводит к наводнениям, кроме того, есть периоды засухи. Появляются новые виды насекомых. Все это оказывает негативное влияние на показатели в целом.

Мы пытаемся бороться с этим с 2013 года в сотрудничестве с фермерами. Используем целый ряд методов: прямой посев, использование лесополос, биологические методы, экосистемное картирование, дистанционное зондирование.

Все знают преимущества прямого посева, и мы хотели поделиться своим опытом. Мы стараемся поддерживать местных производителей, чтобы они могли поставлять фермерам высококачественную технику. Мы предоставляем фермерским хозяйствам бесплатно это оборудование. С его помощью при прямом посеве снижается потребление топлива, меньше времени нужно проводить в поле — это выгодная практика. Однако, с другой стороны, увеличивается количество вредителей. Поэтому фермеры должны решить эту проблему.

Фермеры использовали вспашку, чтобы не давать вредителям портить поля. Сейчас они должны искать новые методы. И что же мы делаем? Мы стали изучать различные биологические методы, чтобы бороться с вредителями.

В результате мы создали специальные ловушки, которые препятствуют распространению вредителей. Есть специальные птицы-хищники, которых мы подкармливаем, и эти птицы помогают нам бороться с теми вредителями, с которыми уже не может бороться вспашка.

Конечно, когда внедряются методы ресурсосберегающего земледелия, в частности, прямой посев, появляется ряд проблем, но можно их решить при грамотном подходе.

Специальные лесные полосы для борьбы с ветровыми потоками

Мы понимаем, что ветровая эрозия является одной из наи-



более серьезных проблем, и поэтому нужно также искать пути решения, чтобы не дать ветру разрушать почву.

Мы считаем, что лесополосы могут оказать положительное влияние на урожай и структуру почвы, а также помочь в решении проблемы изменения климата. С 2014 года мы реализуем такой проект.

Стимулирование разнообразия

Мы занимались мониторингом биоразнообразия на полях, где используются практики ПРЗ. В рамках нашего проекта исследовали различные виды флоры и фауны и сравнивали то, каким образом они функционируют в различных системах. Мы сравнивали птиц, насекомых, растения и животных.

Также мы проводили сравнение климатических условий. Использовали моделирование, чтобы понять, каким образом практики ПРЗ влияют на среднегодовую температуру.

В рамках нашего проекта мы пытаемся защищать экосистемные услуги на всех территориях. Для этого создали специальные карты, где оценивали риски водной и ветровой эрозии.

Цель проекта — разработка стратегии и политики для защиты экосистемных услуг. И ветровые щиты по-настоящему помогают этому, что снижает потери урожайности до 50%.

Сегодня мы наблюдаем значительные изменения климата и должны понять, что ресурсы у нас не безграничные, поэтому мы должны сделать все возможное, чтобы оптимально их использовать.

Мы подготовили специальную информационную платформу, с которой вы можете ознакомиться по ссылке: www.iklimtarim.org

Очень важно учиться на опыте своих коллег — мы считаем, что только так мы поможем друг другу адаптировать технологии ПРЗ.



ТОТАЛЬНАЯ ЗАЩИТА: РЕШЕНИЕ ДЛЯ NO-TILL

Всероссийская агропромышленная выставка «No-till Expo 2022» с успехом прошла на Ставрополье. Масштабное мероприятие по обмену опытом ноутиллеров собрало ведущие компании, предоставляющие материально-технический агросервис. Участие в Дне поля принял и один из лидеров рынка средств защиты растений: российский производитель «Щелково Агрохим». Продукты компании отлично зарекомендовали себя в полях сторонников прямого сева.



ПРИКАЗАНО УНИЧТОЖИТЬ

В последние десятилетия внедрение энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур набирает все большую популярность. Ноутиллеры утверждают, что прямой сев обеспечивает высокую экономическую эффективность производства, а первостепенное по значению место отводят комплексной системе защиты растений.

При нулевой обработке почвы мероприятия по борьбе с сорняками активно начинаются уже в предпосевной период. Для применения перед посевом эксперты рекомендуют гербициды сплошного действия на основе глифосата кислоты. 100-процентное уничтожение всех видов травянистой и древесно-кустарниковой растительности — такую гарантию дает применение продукта СПРУТ ЭКСТРА, ВР.

Гербицид сплошного действия производства «Щелково Агрохим» содержит *540 г/л глифосата кислоты в виде калийной соли*. Калийная соль глифосата обладает наиболее высокой гербицидной активностью. Среди преимуществ калийной соли — лучшее проникновение и распределение активного вещества по всему сорному растению, включая корневую систему. Благодаря этому обеспечивается максимальный эффект в борьбе с многолетними корневищными корнеотпрысковыми сорняками, исключается их дальнейшее отрастание из подземных корневищ.

Добавим еще одно важное преимущество СПРУТ ЭКСТРА, ВР: сравнительно невысокие нормы расхода препарата, обусловленные его высокой концентрацией и повышенной гербицидной активностью.

НАДЕЖНЫЙ ЩИТ

До 70% инфекции, представляющей опасность для культурных растений, находится в почве. Оставшаяся треть локализуется на поверхности семян и внутри них. Задача агронома — максимально обезопасить культуру от патогенной микрофлоры, которая в прямом смысле окружает семена при высевае их в почву.

Чтобы защитить посевы на ранней стадии развития растений, аграриям необходимо позаботиться о качестве посевного материала с использованием современных протравителей. В идеале препарат должен содержать несколько химических действующих веществ, взаимодополняющих друг друга и обеспечивающих максимальный защитный эффект как корневой системы, так и проростка. Специалисты компании «Щелково Агрохим» представили новейшие фунгицидные протравители семян зерновых культур: ПРОТЕГО МАКС, МЭ и ГЕРАКЛИОН, КС.

ГЕРАКЛИОН, КС — это контактно-системный фунгицидный протравитель с бактерицидным действием. Он содержит *400 г/л тирама + 25 г/л тебуконазола + 15 г/л азоксистробина*. Препарат защищает от широкого спектра болезней при высоком инфекционном фоне, усиленно действуя против возбудителей болезней, находящихся как в семени, так и в почве. Среди них — твердая и пыльная головня, гелиминтоспориозные и фузариозные корневые гнили, плесневение семян, септориоз, альтернариозная семенная инфекция, снежная плесень.

Эмергенция трех действующих веществ обеспечивает особые свойства протравителя — антибактериальный эффект в сочетании с фунгицидной защитой.

Тирам (ТМТД) проникает в клетки возбудителя, ингибирует активность ферментов, содержащих атомы меди или

сульфгидрильные группы, нарушает развитие вегетативных и генеративных органов грибов — возбудителей болезней, находящихся на поверхности семян.

Тебуконазол подавляет биосинтез эргостерина в мембранах клеток фитопатогенов, что приводит к их гибели. Он препятствует развитию наружной (твердая головня, септориоз, гельминтоспориоз) и внутренней (пыльная головня) инфекции семян.

Азоксистробин ингибирует митохондриальное дыхание клеток патогенов, приводя к их быстрой гибели. Имеет длительный защитный эффект.

Таким образом, протравитель ГЕРАКЛИОН, КС обладает расширенным спектром действия на патогены, включая оомицеты. Он обеспечивает защиту молодого растений от семенной инфекции и длительный контроль почвенных фитопатогенов вокруг проростка. Кроме того, ГЕРАКЛИОН, КС оказывает иммуностимулирующее действие и ярко выраженный физиологический эффект на проросток. Эффективен при протравливании семян зерновых культур, сои, гороха, подсолнечника.

БАЗИС ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ

ПРОТЕГО МАКС, МЭ — это новый протравитель семян зерновых культур премиум-класса, созданный для получения сверхвысоких урожаев. Продукт «Щелково Агрохим» получил название от латинского глагола *protego*, что значит «прикрывать, покрывать, укрывать, защищать». Оправдывая «имя», фунгицидный протравитель обладает высочайшим уровнем контроля возбудителей фузариозов, церкоспореллеза, снежной плесени, септориоза, болезней прикорневой зоны. Кроме того, препарат оказывает ярко выраженное иммуностимулирующее действие и физиологический эффект, способствует лучшей перезимовке озимых культур, улучшает кущение, формирует более мощную вторичную корневую систему. Иными словами — закладывает крепкую основу для получения высоких урожаев зерновых культур.

В состав продукта входят три эффективных действующих вещества из разных химических классов, обладающих синергизмом воздействия: *75 г/л протиоконазола + 25 г/л пираклостробина + 25 г/л тебуконазола*.

Тебуконазол, прекрасно зарекомендовавший себя системный фунгицид широкого спектра действия обеспечивает быстрое начало действия и длительную защиту проростка. Пираклостробин — это один из самых популярных стробилуриновых продуктов премиум-класса, который обладает мощным защитным и физиологическим действием. Протиоконазол — эффективный азольный фунгицид защитного и лечебного действия — формирует иммунитет и обеспечивает пролонгированный эффект.

Усиленное воздействие ПРОТЕГО МАКС, МЭ на патогены достигается за счет инновационной препаративной формы. Протравитель выпускается в виде микроэмульсии. Частицы препарата дисперсностью меньше микрона при протравливании равномерно и быстро проникают в зерновку, искореняя не только наружную, но и внутрисеменную инфекцию.

Уникальное сочетание д. в. гарантирует появление здорового и сильного проростка и высочайший уровень защиты зерновых вплоть до фазы «флаг-лист», в отличие от традиционных протравителей, действие которых, как правило, ограничивается фазой всходов или серединой кущения.

ПОГИБЕЛЬ ДЛЯ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Инсектицидный протравитель семян зерновых и других культур в портфеле «Щелково Агрохим» — ХАРИТА, КС. Препарат в форме концентрата суспензии содержит *600 г/л тиаметоксама* и обеспечивает контроль комплекса вредителей в почве и на всходах.

Продукт обладает высокой системной, контактно-кишечной и трансламинарной активностью. Действующее вещество быстро поглощается растением и воздействует на рецепторы нервной системы насекомых. Гибель вредителей наступает в течение нескольких часов после контакта с протравленными семенами или питания на всходах.

В числе преимуществ ХАРИТА, КС — стабильно высокая эффективность, независимо от внешних условий. Стоит отметить, что протравитель, оказывая пролонгированную защиту при высокой системной активности, успешно может применяться даже в самых засушливых условиях и рекомендован для всех климатических зон возделывания сельскохозяйственных культур.

ПРИДАТЬ УСКОРЕНИЕ

Десикация — эффективный прием технологии возделывания многих сельскохозяйственных культур, который обеспечивает ускоренное созревание урожая. Дополнительный эффект от применения десикантов — уничтожение сорных растений и снижение вероятности развития болезней.

Для качественной десикации посевов «Щелково Агрохим» рекомендует использовать ТОНГАРА, ВР. Продукт содержит *150 г/л дикват-иона* (или *280 г/л дикват дибромид*). Оптимальная концентрация действующего вещества, соответствующая заявленным показателям, гарантирует высокий биологический эффект применения при любых погодных условиях.

Дикват быстро разлагается в растении. Поэтому использование препарата является безопасным на товарных посевах, предназначенных для продовольственных целей. Кроме того, препарат ТОНГАРА, ВР можно беспрепятственно применять на семенных участках. Повышение качества урожая достигается за счет уменьшения влажности и засоренности семян без снижения их всхожести.

Десикант обеспечивает быстрое подсушивание культурных растений и равномерное созревание урожая. В случае благоприятных погодных условий агроном может принять решение о применении пониженной нормы расхода, тем самым снизив затраты на обработку посевов.



МЕТОДИКА ОТБОРА ПОЧВЕННЫХ ПРОБ В СООТВЕТСТВИИ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ МГЭИК

Станислав Шишов, директор по агрономической экспертизе АО «ИнТерра», кандидат сельскохозяйственных наук

Я 20 лет работаю в области точного земледелия. Наша компания занимается разработкой программного обеспечения для растениеводства. Одно из приоритетных направлений — вопрос, связанный с почвосбережением и секвестрацией углерода в почве.

В целом нужно сказать, что есть ряд крупнейших компаний — разработчиков стандартов, например Gold Standard, Verified Carbon Standard, Climate action Reserve и другие, но не во всех их стандартах прописаны детали именно по отбору проб и каким-то отдельным элементам обследования: где-то они ссылаются на внешние методики, на литературные источники, поскольку консервация углерода в почвах — это относительно новая тема по сравнению с консервацией в лесах, поэтому эти стандарты еще в стадии разработки и совершенствования.

Мы проработали все ключевые стандарты, проследили формулы вычисления — как строится, как соотносится один стандарт с другим, составили таблицу. Консервация углерода в почве — это только одна из частей баланса по эмиссии или аккумуляции углерода: регистрируются относительно небольшие проекты, они включают ключевые газы — это метан, закись азота, CO₂ и в том числе аккумуляцию углерода. Если говорить про ключевые характеристики почвенного обследования, то здесь есть такие параметры, как периодичность обследования: есть базовое обследование, чтобы определить текущее состояние почвы (сколько содержится CO₂) — и потом



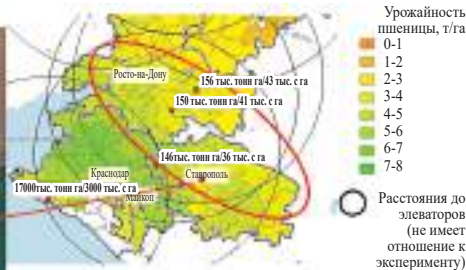
проводится обследование на третий-пятый год, в зависимости от стандарта. Это касается многих пунктов, то есть существует определенный коридор возможностей. Мы общались со многими консультантами, со многими верификаторами, теми, кто занимается стандартами, — научный подход приветствуется, и если он действительно обоснован и позволяет получить максимальную точность, то он пройдет регистрацию. Поэтому периодичность тоже может варьировать — это важный параметр, потому что он в значительной мере определяет себестоимость углеродного проекта, поскольку почвенное обследование, отбор проб и их анализ затратны.

Величина элементарного

участка — ключевой параметр, он определяет себестоимость и в то же время определяет точность исследования. Есть стандарты, где это расписано более детально, до формул, и зависит в первую очередь от величины, пестроты почвенного покрова. Один из ключевых моментов в сфере секвестрации углерода — это привлечение новых технологий, в том числе спутникового мониторинга, что позволяет увеличить площадь элементарного участка: если корректно использовать спутниковые данные, то мы можем более точно выделить однородные по секвестрации углерода участки и с ними уже работать отдельно и увеличить периодичность обследования. То есть спутниковый мониторинг позволяет снизить себестоимость обследования.

Глубина отбора проб — очень важный вопрос: в стандартах прописаны общие подходы к нему, но для конкретных почв, для конкретного региона вы его разрабатываете в проекте сами. Суть в том, чтобы весь ваш гумусовый горизонт, где будет происходить накопление, попал в эту глубину, чтобы вы, когда отбираете пробу, захватили все эти слои.

Расположение пробного исследования



Ставропольский край очень неоднороден с точки зрения плодородия почв. В области пробного исследования средний урожай озимой пшеницы составляет 3-5т/га

Отбор образцов

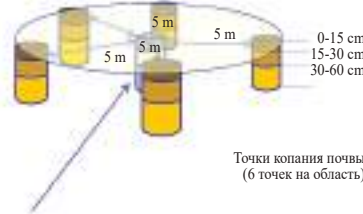
Были определены две зоны для сравнения, в которых по международной методике отбирались почвенные пробы. Расстояние между зонами было 66 м.

Озимая пшеница:

No-Till против «обычного растениеводства»



Область для отбора смешанных проб



Точка для отбора проб на плотность сложения и величину крупной фракции (>2мм). Образцы отбирались фиксированного объема.

Это прописано во многих стандартах, для того чтобы в тех регионах, где есть подтягивание карбонатов из нижних горизонтов, отсечь «накопление» углерода, т.к. оно может происходить из-за того, что углерод подтягивается из нижних горизонтов. Это тоже важный вопрос, который определяет в значительной мере себестоимость обследования.

Прослеживаемость важна, поскольку мы должны точно знать, с какой точки был собран образец: во-первых, запланировать корректно, а во-вторых, отобрать именно там и проанализировать, чтобы привязать эту информацию именно к тому месту на территории, где этот образец был отобран. Чем лучше эта прослеживаемость обеспечена, тем дороже будут стоить углеродные единицы, которые могут создаваться в результате углеродного проекта. Даже в пределах одного стандарта углеродные единицы могут иметь разную цену, в том числе если даже вы делаете дополнительные вложения методические в то, чтобы обеспечить прослеживаемость, фиксируете все точки отбора и так далее, то вам проще зарегистрировать это в проект, чтобы была возможность перейти из одного стандарта в другой — здесь много информации не бывает, нужно точно показывать, где вы собрали исходные данные.

Цена одной углеродной единицы сейчас в среднем 50 долларов за штуку, финансовая составляющая такого проекта весома, поэтому требуется максимальная точность. Соответственно, чтобы обеспечить эту максимальную точность, нужно на следующем этапе обследования вернуться на те же участки и проследить динамику содержания углерода, а не варьирование углерода на местности.

Что касается инструментов цифровизации, в целом, это одна из ключевых вещей, которую все рассматривают как вариант удешевления обследования и повышения его точности. Цифровизация предполагает увеличение раз-

мера элементарного участка, повышение периодичности сбора данных и увеличение контроля за соблюдением технологий.

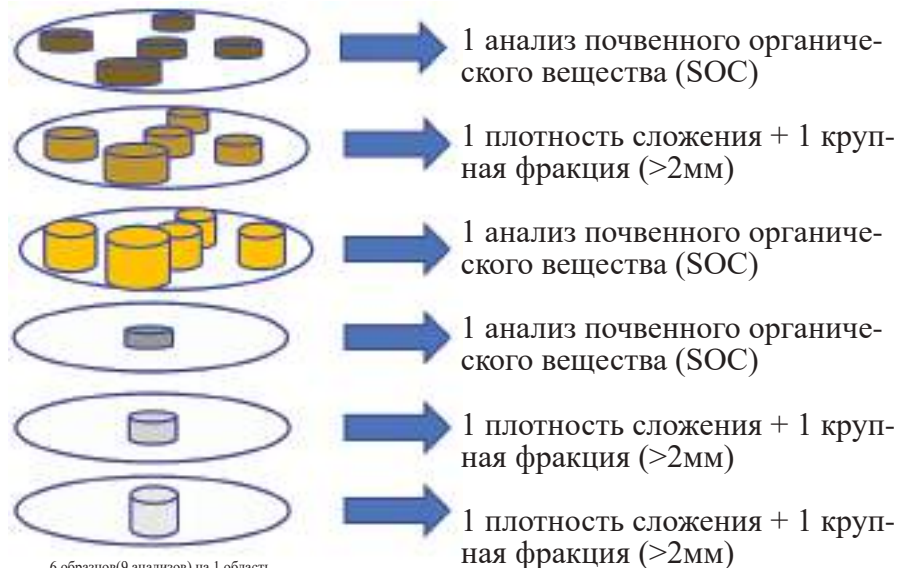
Есть важный момент моделирования — это использование моделей, которые являются классикой жанра RouthC — она в большинстве стандартов фигурирует, где-то является обязательной. Но можно привлекать и свои модели, если они научно обоснованы.

Я хотел привести два примера обследования, которые мы делали. В Ставропольском крае мы тестировали методику отбора проб и получили некоторые интересные результаты. В Самарской области есть хозяйство «Орловка-АИЦ», с которым мы активно сотрудничаем. Процесс планирования у нас закончился. Начался процесс отбора проб.

В Ставропольском крае уровень урожайности средний для этого региона, дефицит осадков. Мы организовали исследование, в котором принимали участие коллеги из северокавказского центрального научного аграрного центра, государственного центра агрохимической службы и коллеги из AVGUST, познакомились с тем, как обследовать именно почвенный углерод. У них есть



Отбор образцов



6 образцов(9 анализов) на 1 область

свои агрохимические лаборатории для консалтинга и сопровождения растениеводов. Были заложены три участка, область отбора смешанных проб (круговые зоны по периметру или по радиусу, точки копания или бурения, берутся керны в идеальном сценарии или отбираются образцы обычным образом). В данном случае эту методику мы разрабатывали с одной международной компанией и ее тестировали. Здесь брали с трех горизонтов, потом пришли к другому методу, но обычно берут с двух горизонтов — это упрощает обследования, позволяет использовать автоматические пробоотборники на два горизонта. Здесь получается пять точек копания — это для того, чтобы перелить углерод в этих трех горизонтах, и одна посередине для того, чтобы определять плотность сложения и величину крупной фракции, то есть грансостав. Получается, на одной точке, на одной зоне обследования у нас шесть образцов, которые идут в лабораторию, ко всем нужно привязать GPS, в идеале сделать фотографию с привязкой GPS, то есть продублировать эту информацию, маркировать и отправить в лабораторию. Мы использовали разное оборудование для отбора. Попробовали хопперы — это оборудование, которое упрощает отбор этих кернов, и довольно дешёвый сценарий получается, интересно использовать его для оценки влажности почвы, в том числе в метровом слое. Анализ

Образцы отбирались на запланированных удаленно точках, при этом фиксировались фактические места отбора проб с помощью GPS/ГЛОНАСС, регистрировались номера, фотографировались точки отбора



производился на углеродоанализаторе белорусском, АЭН, они относительно недорогие сейчас и позволяют получить высокую точность обследования, изначально их использовали для анализа углерода в стали, где каждый процент, каждая доля процента имеет большое значение. Получили некие данные, среднюю скорость накопления по всем точкам, причем на ноу-тилле везде было больше углерода, чем на обычной технологии, — средняя скорость роста получилась в районе 3,03 углеродных единиц в год. Везде содержание углерода было больше, а на пахотном участке почв накопление в нижнем горизонте было чуть больше, но плотность там была выше, поэтому запас получился больше в 30 см, но содержание углерода все равно там было ниже, чем на No-Till участке. Если говорить про

классический или обычный метод агрохимического обследования, он уже не везде считается классическим: его вытесняет зональный подход — современные специалисты располагают большим количеством информации, можно работать по зонам уже на этапе обследования.

Вернусь к тому, что мы делаем в Агро-инновационном центре «Орловка» с коллегами. Мы бесплатно оцифровали поля и предоставили доступ коллегам к использованию нашего приложения SkyScout. Сделали карты продуктивности земель, то есть по многолетним спутниковым снимкам выбирают определенные снимки в периоды, когда биомасса максимальна или она близка к максимальной по многолетним данным, обычно за 5 лет лучше проверять. Делаются карты, где видно, в каком месте биомасса всегда была меньше, где больше. Исходя из этого, планируются точки отслеживания, они могут быть доступны человеку, который отбирает пробы на мобильном приложении или они могут выгружаться в другом картографическом формате, чтобы загрузить это в устройство, в котором эксперт привык выполнять работу.



Анализ

Подготовка образцов делалась в соответствии с методологией VCS ISO 10694:2001. Определение общего содержания углерода в почве методом сухого сжигания



О ГЛОБАЛЬНОМ ПОЧВЕННОМ ПАРТНЕРСТВЕ

Мария Конюшкова, консультант по устойчивому управлению почвами (Глобальное почвенное партнерство (ГПП), FAO ООН).

Глобальное почвенное партнерство было создано в 2011 году, в 2012 начало свою работу. Его создали в качестве платформы для разработки крепкого интерактивного сотрудничества и согласованности усилий между всеми заинтересованными сторонами — от земледельцев до политиков, повышения эффективности управления почвами и их рационального использования.

Глобальное почвенное партнерство включает как государства-члены FAO, так и отдельные организации: университеты, исследовательские институты и центры, общественные организации и так далее; индивидуальное членство не предусмотрено. Решения принимаются на пленарных ассамблеях, которые затем утверждаются на Совете FAO, для того чтобы выполнять основную миссию — поддерживать здоровье почвы и продвигать методы устойчивого управления почвенными ресурсами. Использование почвенных



ресурсов для настоящих и будущих поколений должно проходить без потери почвенного плодородия.

В своей деятельности партнерство следует пяти основным направлениям:

1) внедрение устойчивого использования почв с целью их защиты, охраны и обеспечения устойчивой продуктивности;

2) содействие развитию инвестиций, технического сотрудничества, политики и об-

разования в области почвоведения;

3) продвижение практически-ориентированных почвенных исследований, направленных на выявление пробелов и приоритетов в сочетании с соответствующими действиями по повышению урожайности, экологической безопасности и социального развития;

4) повышение количества и качества почвенных данных и информации: сбор (производство) данных, анализ, проверка, представление, мониторинг и интеграция с другими дисциплинами;

5) гармонизация методов, единиц измерения и индикаторов для устойчивого управления и охраны почвенных ресурсов.

Рациональное использование почвы является неотъемлемой частью устойчивого управления сельским хозяйством. Согласно формулировке ООН, именно органическое сельское хозяйство поддерживает здоровье почв, экологию и здоровье человека. Органиче-



ские методы, которые были опробованы уже в течение 100 лет, показали свою эффективность, — это мульчирование, внесение навоза, севообороты, посадка смешанных и эстафетных культур, использование природных, а не искусственных методов борьбы с вредителями и др.

Россия находится на пятом месте после Бразилии, Китая, США и Индии по потенциалу секвестрации почвенного углерода почвами сельхозугодий. Технический потенциал почв может компенсировать от 40 до 90 процентов вредных выбросов в электроэнергетике. Сбережению углерода в почвах способствует именно органическое сельское хозяйство.

К сожалению, тема почвы не только в России, но и во всем мире была долго задвинута на второй план, но за последние 10 лет мы наблюдаем усиление внимания к пробле-



GLOBAL SOIL PARTNERSHIP

мам почвы, особенно в условиях нарастающего продовольственного кризиса.

О том, что интерес к проблемам почв только растёт, свидетельствует существенное увеличение количества мероприятий, посвященных Дню почвы, которые повсеместно проводятся 5 декабря. Отрадно, что власть не сто-

ит в стороне. Например, правительство Таиланда учредило в память о покойном короле Пхумипоне и регулярно вручает по случаю Всемирного дня почв премию в размере 15 тысяч долларов за приверженность деятельности по повышению осведомленности о важности здоровья почв. По словам Постоянного представителя Таиланда при ФАО Танавата Тиенсина, пандемия наглядно продемонстрировала хрупкость и ценность нашего здоровья. Его охрана должна начинаться с охраны здоровья почв, что, в свою очередь, требует сохранения биоразнообразия.

Также ежегодно вручается Всемирная почвенная премия, учрежденная в память о пионере российского почвоведения Константине Глинке, которую финансирует Правительство РФ.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРОСКОПИИ ПОЧВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

И Пен, эксперт по спектроскопии ФАО

Я представитель глобального почвенного партнерства, которое было организовано в рамках программы GLOSOLAN. Расскажу о спектроскопии и ее использовании для изучения свойств почв.

Для развития практик ПРЗ мы должны понимать, что, в первую очередь, нам необходимы данные о почвах, и если у нас нет этих данных, мы не сможем рационально управлять почвенными ресурсами. Именно поэтому в 2017 году мы запустили проект GLOSOLAN, который организует различные лаборатории по исследованию почв, потому что мы поняли, что качественные исследования играют ключевую роль для создания систем поддержки принятия решений в агрономии.

В 2020 году была запущена GLOSOLAN-Spec (спектроскопия). Цель — дать доступ странам к более эффективному методу оценки данных почв, созданию почвенных карт.

СОЗДАНИЕ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

Традиционный подход — все почвенные образцы мы должны передать в лабораторию, это затратно и долго. Поэтому нам нужны способы, чтобы сни-

жать расходы. Нам нужны системы, которые позволят собирать данные о почвах быстро, эффективно и дешево.

Сегодня существует огромное количество сенсоров, которые могут действовать и дистанционно, и с близкого расстояния. Однако, последние 20-30 лет наиболее часто используемым методом исследования почв стала спектроскопия в ближнем и среднем инфракрасном спектре.

Именно спектроскопия может наиболее точно показать те свойства почв, которые мы исследуем.

Дело в том, что спектроскопия фактически позволит нам на основании определенной длины волны понять, какая функциональная группа у молекул, которые попали в датчик. Далее мы анализируем полученные данные, и можем понять, какой состав почвы.

С помощью этой информации мы можем увидеть основные свойства почв. Мы знаем, что на 25% почва состоит из воды, а на 45% из минеральных веществ, на 25% — из воздуха и на 5% — из органического вещества. Все это может позволит нам получить информацию о структуре почвы.

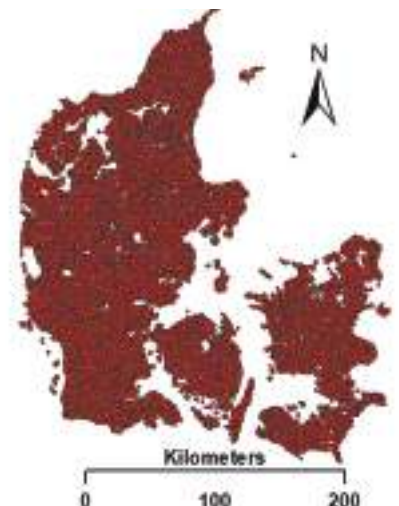
Разные спектры — разные свойства почвы. В видимом спектре мы можем получить данные об оксидах железа, углероде, цвете. Цвет говорит о содержании органического вещества, то есть чем темнее почва, тем больше в ней органического вещества.

В ближнем и среднем спектре мы получаем информацию о составе глинистого компонента, содержании органического вещества и ряде других.

Таким образом, мы получаем спектральный паспорт почвы.

Для правильного анализа данных спектра мы должны помнить о методе моделирования статистики. Цель — создание спектральной библиотеки, которая сейчас активно разрабатывается.

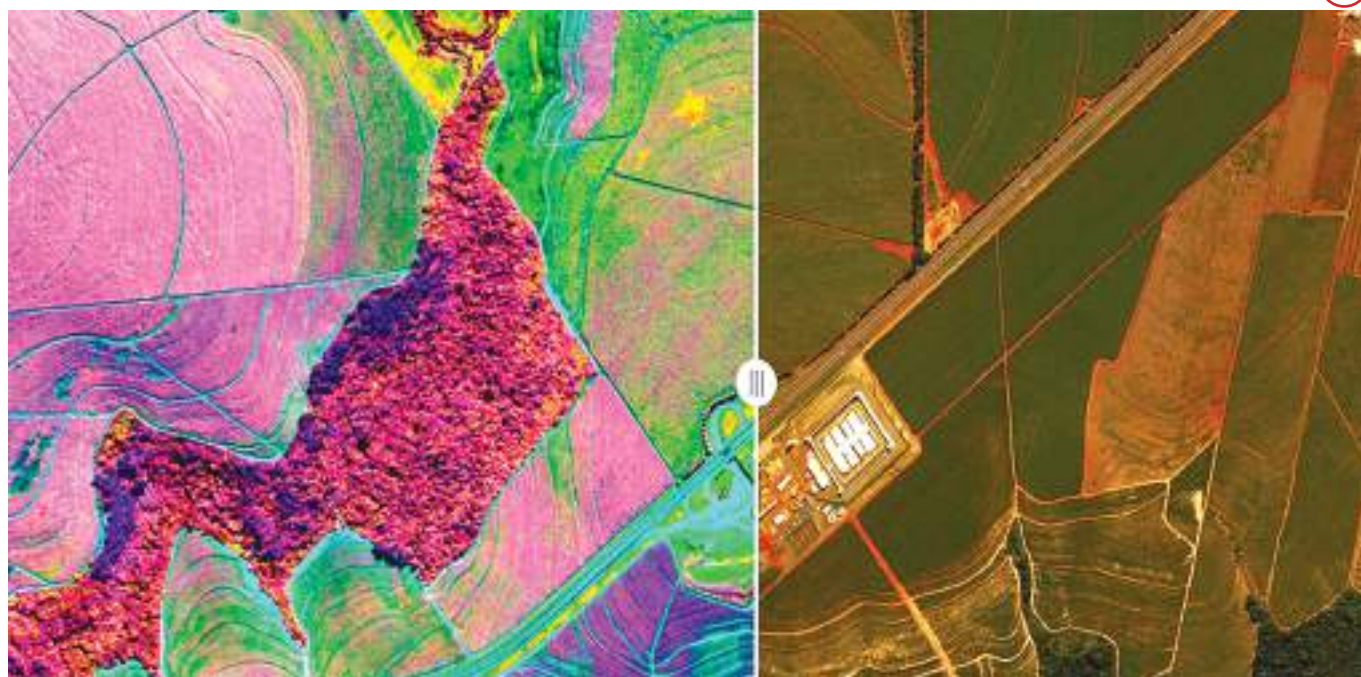
Спектроскопия — это сложный процесс, который подразумевает ряд этапов, в том числе математическое моделирование, сбор образцов и так далее. И зачастую, если мы не уделяем внимание одному из этапов, система перестает работать.



КОМПЛЕКС ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ПОЛЕЙ, ЭКОЛОГИИ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ АПК

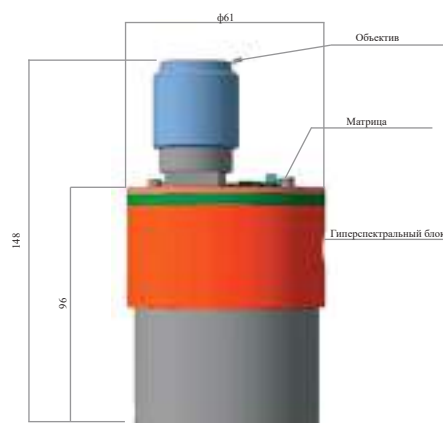
Владимир Подлипов, научный сотрудник Самарского университета, член комитета «Умное агро» научно-образовательного центра мирового уровня «Инженерия будущего»

Мы разработали полезную нагрузку для малых космических аппаратов гиперспектрометра по схеме pushbroom. Данная схема в свое время начала применяться на различных носителях, в том числе на беспилотниках. Камера может быть размещена на штативе, может проводить съемку в проксимальном зондировании, что помогает получать оценку вегетационных показателей вблизи.



Сравнение с зарубежными аналогами

	SPECIM FX10	IpsiSPEC(Samara)
Спектральный диапазон	400-1000	400-1000
Разрешение	1024	2040/1024 (биннинг)
Количество каналов	224	250
Интерфейс	GigE	USB 3.1
Размеры	150*85*71	148*81*81
Вес	1,3 кг	0,7 кг
Цена	~6 млн.	~1 млн (с возможностью уменьшения)



АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГАЗОВОГО АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ПОГЛОЩЕНИЯ УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРИ СОЗДАНИИ КАРБОНОВЫХ ПОЛИГОНОВ

Владимир Платонов, доцент кафедры химии Самарского университета, председатель комитета по экологии НОЦ мирового уровня «Инженерия будущего»

Пандемия, санкции против РФ, сокращение посевных площадей на Украине приводят к дефициту продовольствия в странах-импортерах. По оценке Международного совета по зерну, оставшиеся запасы зерна минимальны, могут снизиться до 57 млн тонн, что в перспективе грозит голодным кризисом для многих стран Африки и Ближнего Востока. Залог нашей продовольственной безопасности — углерод и живая почва. Углерод входит в состав всех живых организмов. Именно углерод — каркас, хребет, несущая ось всех органических молекул на земле. Сегодня важнейшая цель — определить новые принципы ведения сельского хозяйства на основе эффективного управления углеродным циклом, который обеспечивает баланс между секвестрацией углерода из атмосферы в форме парниковых газов и его активизацию почвенными микроорганизмами.

ФАО определяет почвозащитное и ресурсосберегающее земле-



деле (далее — ПРЗ) как подход к управлению агроэкосистемами, способствующий устойчивому сельскохозяйственному производству, снижению энерго- и трудозатрат, повышению эффективности использования почвенных и водных ресурсов.

По данным ФАО, за последние 10 лет количество территорий под ПРЗ в мире выросло в два раза (на 100 млн га) и достигло 205 млн га. Первое место по распространенности занимают страны Южной

и Северной Америки, однако наибольшие темпы роста за последние 10 лет приходится на страны Европы и Азии и составляют 400-600%.

MRV методология по измерению, отчетности и верификации — международный инструмент, который обеспечивает стандартизацию и прозрачность при реализации климатических (экологических) проектов, основная цель которых — снижение парниковых выбросов, увеличение депонирования углерода почвой, предотвращение эрозии, деградации почв, повышение урожайности.

С целью стандартизации процесса реализации аграрных карбоновых проектов в мире создаются MRV протоколы, которые включают стандартный набор разделов для определения границ проекта, методов измерения, мониторинга и оценки результатов.

Такие протоколы разработаны:

- на международном уровне: MRV протокол ФАО по измерению, мониторингу и верификации органического углерода почвы; Методология верификационного агентства Verra VM0042 для подсчета объемов секвестрированного углерода при использовании практик ПРЗ;

- на национальном уровне: Австралийская методология расчета углеродных кредитов, Протокол провинции Альберта (Канада);

- в рамках отдельных углеродных программ, которые получили наибольшее распространение в Канаде, Австра-

Оборудование для проведения исследований на карбонном полигоне

MesoPRO — высокоточная метеорологическая станция исследовательского уровня для мониторинга параметров атмосферы. Станция предназначена для долгосрочного мониторинга.

Высокоскоростной прецизионный профессиональный газоанализатор CO₂/H₂O открытого типа, предназначенный для работы в составе систем изучения и мониторинга атмосферы eddy covariance.



Оборудование для проведения исследований на карбоновом полигоне

SoilTOCcube - измерение общего органического углерода (TOC), общего неорганического углерода (TIC) и остаточного окисляемого углерода (ROC).



Портативные газоанализаторы LI-COR серии LI-78xx для анализа метана, углекислого газа, паров воды и оксида азота (I) являются высококачественными прецизионными инструментами, сохраняющими прочность и долговечность и способными с высокой точностью определять как обычные, так и следовые концентрации газов.



занимались разработкой аналитического оборудования.

Ультразвуковые анемометры используются на яхтах, инфракрасные спектрометры используются для анализа данных спектра соединений. Безусловно, цена подобных газоанализаторов намного дороже традиционных носимых устройств: если электрохимические сенсоры стоят порядка 100 тысяч рублей на 5 веществ, то спектрометр на 1 вещество — порядка 600 тысяч рублей. Здесь самое главное — международная сертификация, для того чтобы полученные данные были поддержаны международным сообществом. Тем не менее, при необходимости возможно собрать полные аналоги с той же самой частотой, той же самой чувствительностью, которые будут предоставлять и метеоданные, и данные о влажности, и данные по концентрации углекислого газа. Если мы говорим про метод сухого сжигания, то изначально это был тандем газовой хроматографии и аналитической печи дожига.

Представлена наша работа: мы устанавливали беспилотные летательные устройства для экологического мониторинга на территории Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода и проводили мониторинг угарного газа и метана в воздухе рабочей зоны.

Распределение по высоте как углекислого газа, так и других парниковых газов обычно считается моделированием.



ли и США: Методология карбонового рынка NoG1, Regen Network, BiCarbon. Европейские компании — Agreea и др.

Целесообразность разработки и внедрения MRV методологии в России с целью распространения практик почвозащитного ресурсосберегающего земледелия обусловлена:

- эрозией, деградацией, опустыниванием российских почв, что угрожает продовольственной безопасности страны;
- огромным потенциалом российских почв с точки зрения секвестрации органического углерода: по данным Глобальной карты потенциала секвестрации почвенного углерода GSOCseq (ФАО) потенциал его в России только сельскохозяйственными территориями составляет 17 МгТонн в год;
- отсутствием необходимых исследований с точки зрения эффективности практик ПРЗ для секвестрации углерода и восстановления почв;
- отсутствием стандартных методов измерения и учета органического углерода почвы и выбросов парниковых газов в области сельского хозяйства;
- отсутствием субсидий и законодательной поддержки для российских сельхозпроизводителей, внедряющих практики ПРЗ, которые способствуют секвестрации почвой углерода и снижению парниковой нагрузки.

Существующий задел в

рамках создания аграрного карбонового полигона

1. Проведение ретроспективного анализа.
 2. Проведение анализа эмиссии парниковых газов методом закрытых камер.
 3. Обоснование выбора точек отбора при использовании NDVI (Нормализованный вегетационный индекс) карт.
 4. Проведение моделирования с помощью моделей DNDC и RothC
 5. Определение содержания общего и органического углерода ($C_{\text{общ}}$ и $C_{\text{орг}}$) в почве были использованы методики мокрого ($C_{\text{орг}}$) и сухого ($C_{\text{общ}}$), рекомендованные ФАО (2019; 2021).
- Мы занимаемся проблемой секвестрации углерода и различных расчетных методов как по эмиссии, так и по поглощению различными субстратами углекислоты. На протяжении последних полутора лет сами

Мобильный газоанализатор для измерения парниковых газов

Определение качественного и количественного состава атмосферного воздуха на промышленном объекте



ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И МОНИТОРИНГА ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Александр Дивин, заведующий кафедрой «Мехатроника и технологические измерения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», член комитета «Умное агро» научно-образовательного центра мирового уровня «Инженерия будущего»

Мы используем тепловой контроль для контроля качества продукции, в частности, овощей и фруктов.

Контроль основан на том, что разные газы поглощают разные длины волны, при этом можно обнаруживать как местоположение утечек природного газа из подземных хранилищ газопроводов, так и проводить мониторинг выбросов CO_2 при сгорании углеводородов.

Есть интересные работы по определению местоположения утечек природного газа из подземных газопроводов по изменению цвета растений, таких как бобовые, розы и так далее, которые испытывают при этом стресс и изменяют свой цвет. Изменение цвета растений можно очень эффективно отслеживать при помощи гиперспектральных методов контроля, при этом мы получаем



изображения, которые легко обработать и получить координаты выбросов.

Мы у себя используем и тепловой контроль, и гиперспектральный контроль для контроля качества овощей и фруктов, таких как картофель и яблоки,

так как у нас в области они широко распространены.

Для клубней картофеля, как оказалось, подходит инфракрасный контроль, а именно, контроль в области среднего диапазона. После теплового воздействия на клубни картофеля те участки растительной ткани клубня, которые имели дефекты, имеют другую температуру, и при помощи тепловизоров из красных телевизионных камер можно очень эффективно обнаруживать как поверхностные, так и подповерхностные дефекты (не более двух миллиметров).

После кратковременного теплового воздействия на клубни дефекты, которые имеются на поверхности клубня, хорошо видны, и не требуется больших временных затрат, чтобы эти дефекты обнаружить, но при этом нужно принять меры от засветки клубней, которые могут нам мешать, так как блики могут давать ложные дефекты. Главное — обеспечить равномерное температурное поле под клубнем картофеля. Современные телевизионные камеры позволяют чувствовать разность температур в сотые доли кельвина.

При контроле яблок мы использовали гиперспектральную камеру, при помощи которой получали спектры ткани, содержащей разные дефекты, а также без дефектов. Спектры поверхности яблок для разных дефектов имеют разный характер, что по-

Обнаружение утечек углеводородов по растительному стрессу



Гиперспектральные изображения бобовых, кукурузных культур и лугов позволяют обнаружить места утечек природного газа по зонам растительного стресса

звляет использовать эти спектры для классификации яблок по качеству.

Мы использовали методы машинного обучения для дискриминантного анализа, который показал, что здоровые яблоки можно отделить от яблок, содержащих дефекты, с точностью до 99 процентов.

Заключение

1) Гиперспектральный контроль позволяет эффективно определять источники газовых углеводородов;

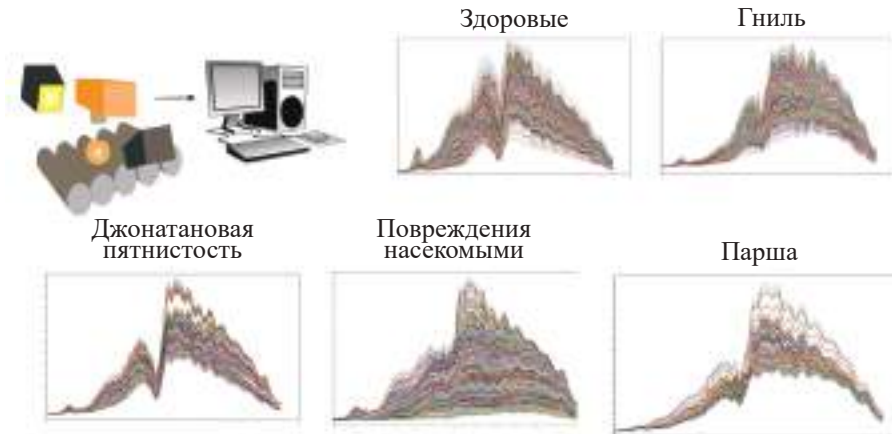
2) До 60% собираемого урожая при хранении теряет качество, необходимое для его успешной продажи, но гиперспектральный контроль позволяет предотвратить развитие фитозаболеваний.

3) Ручной труд при сортировке утомителен и неэффективен. Автоматизация сортировки позволит повысить качество продукции;

4) Коммерциализации систем оптико-электронного контроля препятствует дешевая рабочая сила и дорогие компоненты: гиперспектральные камеры, видеокамеры, тепловизоры, выпускающиеся за рубежом. Необходимо развивать отечественное приборостроение.



Оптико-электронный контроль яблок

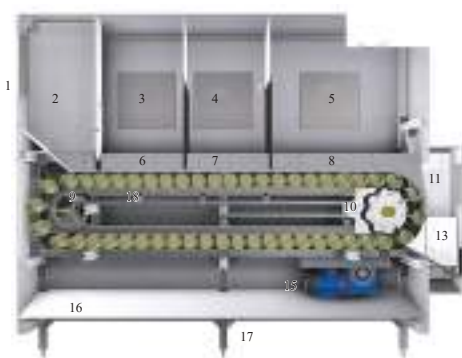


Роботизированная платформа для проксимального зондирования



Прошла испытания в суперинтенсивных садах плодообъединения «Сады Ставрополя», его подшефных ЛПХ и на площадках ООО «Сады Карачаево-Черкесии». Робот создан на базе открытой в начале 2019 года в ФНЦ имени И.В. Мичурина лаборатории технологий точного садоводства совместно с коллегами из МГУ им. М.В. Ломоносова, МФТИ и ТГТУ.

Оптико-электронный контроль клубней картофеля



- 1 – загрузочное окно
- 2 – приёмный бункер
- 3 – камера 1 со смотровыми окнами
- 4 – камера 2 со смотровыми окнами
- 5 – камера 3 со смотровыми окнами
- 6 – регулируемая заслонка (не приводная)
- 7,8 – плотные непрозрачные жалюзи
- 9 – ось, натяжное устройство
- 10 – вал с вспомогательным барабаном поддержки объектов
- 11 – модуль сортировки
- 12 – смотровое окно
- 13 – привод сортировки (скрыт)
- 14 – плотные непрозрачные жалюзи
- 15 – привод перемещения конвейера
- 16 – наклонный лоток для сбора мусора
- 17 – регулируемые по высоте опоры
- 18 – механизм поджатия роликов



Клубень картофеля с плесенью



Клубень картофеля с механ. повреждением



Клубень картофеля с сухой гнилью



Результат работы системы технического зрения



КЛИМАТИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Хафиз Муминджанов, специалист ФАО по растениеводству и защите растений, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Климатически оптимизированное сельское хозяйство — в чём заключается суть этой концепции? Иногда нами используются термины «умное», или адаптированное земледелие. Оно как раз направлено на ответы вызовам, с которыми мы сейчас сталкиваемся.

Если посмотреть историю человечества, люди с древних времён сталкивались с тремя глобальными проблемами: войны и мира, сохранения здоровья, обеспечения населения продовольствием. При этом существует много разных проблем, которые связаны с изменением климата — потеря лесов, опустынивание, деградация почв.

Почему происходит изменение климата? Давайте вспомним, как зародилась жизнь на земле — сначала появились одноклеточные, потом зеленые водоросли, а затем растения в результате фотосинтеза начали обогащать воздух кислородом. Одним из компонентов фотосинтеза является углекислый газ. Парниковые газы способствуют изменению климата на земле. Количество выбросов за последние годы увеличилось, и это напоминает парниковый эффект. Ведь в теплице стекло пропускает ультрафиолетовые лучи, а назад нет — отсюда теплица нагревается. Так и во многих странах сейчас происходит — царит невероятная жара.

Анализ показателей климата показывает, что на самом деле температура воздуха повышается и будет повышаться в следующем столетии. При этом количество выпадающих осадков снижается. Поэтому площадь аридных зон увеличивается.



Концентрация углекислого газа в атмосфере увеличивается, это связано в основном с антропогенными факторами — последствиями нашей деятельности. Сельскохозяйственная деятельность составляет 37% в выбросах парниковых газов. Но мы должны постараться стать частью решения этих проблем, должны способствовать тому, чтобы выбросы газов сокращались.

Пылевые бури, затопление и засуха — следующая пандемия после ковида, но, к сожалению, вакцины для лечения нет. Необратимое потепление

климата может спровоцировать снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур к 2050 году на 10%, а к концу 21 века — на 25%. При этом будет наблюдаться больше паводков, наводнений, и к этому надо будет готовиться.

Для предотвращения глобальных потерь необходима адаптация сельского хозяйства к изменяющимся условиям. Ответом на вызовы может стать климатически оптимизированное сельское хозяйство. Оно позволит достичь устойчивого роста продуктивности и доходов. Поможет странам адаптироваться и повысить устойчивость к изменению климата. Позволит сократить или даже остановить выброс парниковых газов.

Для этого необходимо совершенствование законодательства, а также налаживание тесного сотрудничества специалистов разного профиля для разработки стратегически важных документов.

Концепция климатически оптимизированного сельского хозяйства была представлена ФАО в 2010 году на Глобальной конференции по сельскому хозяйству, продовольственной



безопасности и изменению климата в Гааге. Она основана на принципах агро-экосистемного подхода, оптимизации продукционного процесса, минимизации потерь и расходов, диверсификации биоразнообразия, развития синергизма. В 2012 году климатически оптимизированное сельское хозяйство было опробовано в ландшафтном земледелии, а в 2014 году был открыт Глобальный альянс КОСХ. С этого момента к распространению концепции присоединились и региональные альянсы, созданные в ряде стран.

Типы климатически умных решений:

1. **Погода** — учитывать прогнозы погоды и оповещения об изменениях погодных условий, привлечение страховых фондов в случае возникновения проблем.

2. **Вода** — должно быть отлажено эффективное использование.

3. **Сорта и семена** — качественный подход к отбору для оптимизации производства.

4. **Углерод и питание растений** — применять технологии по сохранению углерода в почве для снижения выбросов и увеличения плодородия почвы.

Примеры ведения климатически оптимизированного хозяйства: например, выведены сорта позднецветущего ореха из Италии — Chandler, Lara, Franquet, которые позволяют избежать весенних заморозков. Наш партнёр-фермер из Джалабадского района (Казахстан) прислал фотографии и написал, что из всех орехов в его ореховой роще сохранились только эти сорта. В Аргентине используют незамерзающие жидкости, которыми обрабатывают цветущие почки с помощью автоматизированного опрыскивающего устройства. Мы ищем более экологические пути подхода к решению этой проблемы.

Великий академик Вавилов

Защитный грунт и точное земледелие



ездил по странам и собирал сведения о биологическом разнообразии растений. Сейчас тоже важно вспомнить о староместных сортах (стародавние сорта, используемые в традиционных агросистемах, вышедшие из сельскохозяйственного производства, но представляющие определенную научную, социально-экономическую, культурно-историческую и другую ценность) для оптимизирования сельского хозяйства.

Для большинства регионов вопрос воды остаётся важным — для решения этой проблемы нужно внедрять капельное и подпочвенное орошение и другие инновационные технологии.

Ещё один пример — цифровое и точное земледелие. В России имеется огромный потенциал для расширения данного направления. Климатически оптимизированное хозяйство рекомендует ведение интегрированных систем производства и сохранения экосистем, чтобы пересекались растениеводство с животноводством или растениеводство с лесоводством и так далее.

Еще один проект, который реализуется в Узбекистане и Вьетнаме, — оптимизация теплиц. Удивляемся, почему в России использование в растениеводстве защищённого грунта не развито, ведь там можно получить урожая в 10 раз больше за счёт регулирования температуры, полива и вредителей.

Безусловно, климатически оптимизированное хозяйство приветствует почвозащитное

и ресурсосберегающее земледелие. Радуется, что его используют в более чем 100 странах мира на площади более 205 млн га (15% пашни). При таком земледелии соблюдаются три принципа, о которых мы всегда говорим в ФАО: минимальное нарушение почвы (нулевая обработка), постоянное покрытие почвы — мульча и покровные культуры и диверсификация культур (севооборот). В чём выгода ПРРСЗ? Оно увеличивает содержание органического вещества почвы вследствие снижения эрозии почвы, улучшения её структуры, улучшения инфильтрации, а развитие дождевых червей способствует развитию пор, что хорошо для роста корней. Всё это приводит к увеличению содержания почвенного углерода.

В заключение скажу, что ФАО начинает реализацию Глобальной программы действий «Одна страна — один приоритетный продукт». Целью данной инициативы является содействие развитию производственно-сбытовых цепочек особых сельскохозяйственных продуктов для обеспечения продовольственной безопасности, улучшения качества питания, увеличения доходов и сохранения окружающей среды. И мы приглашаем Россию присоединиться к этому проекту.



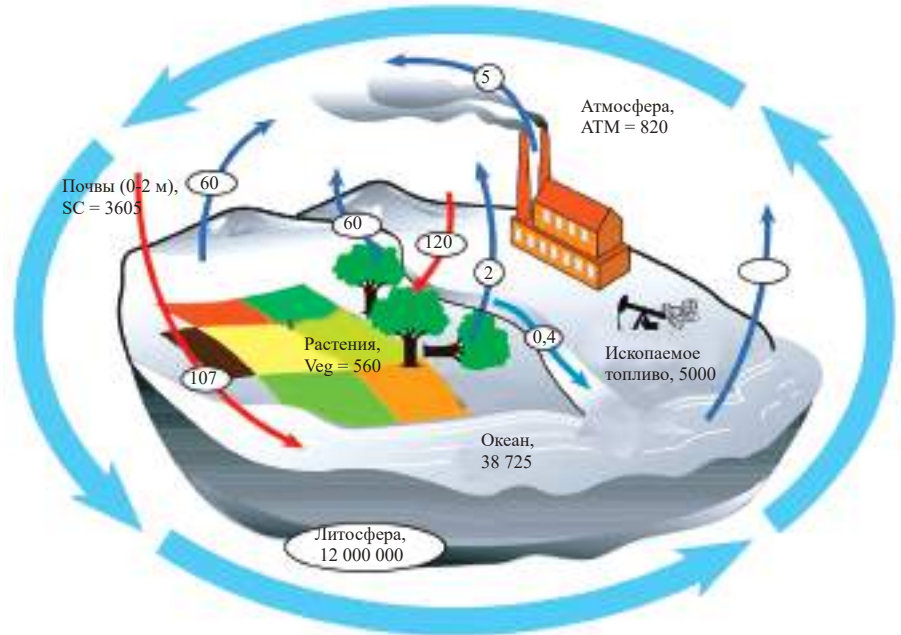
МОЖНО ЛИ УВЕЛИЧИТЬ УГЛЕРОДОПОГЛОЩАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ ПРИ ПОМОЩИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ?

Ирина Курганова, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (лаборатория циклов азота и углерода), доктор биологических наук

В глобальном цикле углерода почва занимает третье место по величине своего пула после литосферы и океана. Более чем в 4 раза запас углерода в почве превосходит запас углерода в атмосфере и почти в 6 раз — запас углерода в растительности. Территория России играет важную роль в этом большом общем пуле углерода в почве — при площади суши в 10% запас углерода в почве достигает почти 1/5 части.

Известно, что распределение углерода в почве неравномерно: большая его часть содержится в верхнем слое (30 см) — это 50% от всех запасов углерода в однометровом почвенном слое. Именно этот слой распахивается, и он подвержен наибольшему изменению в процессе использования. «Здоровая» почва на протяжении веков смягчала негативные последствия потепления климата, выступая постоянно действующим стоком атмосферного

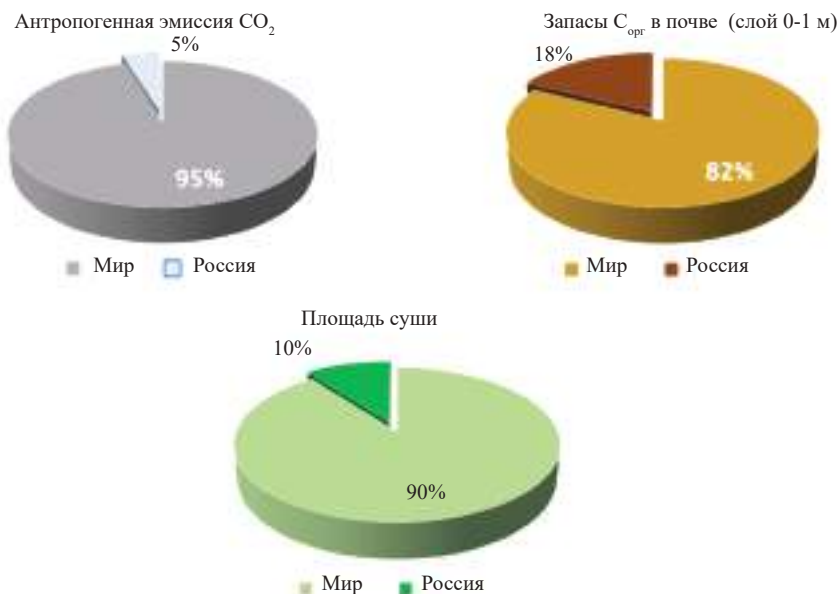
Глобальный цикл углерода: основные резервуары и потоки Гт С (10¹⁵гС)



углерода. Роль человеческого фактора велика, поскольку применяемые агротехнологии оказывают существенное влияние на почвенные запасы углерода.

Известно, что нативная почва находится в природном равновесии и запасы углерода в ней могут находиться достаточно долго в природном равновесии. Но если мы распахиваем почву, то происходит дегумификация профиля и углерод теряется из почвы. При этом почва так устроена, что в ней остается запас углерода, который исчезнуть не может. Даже в результате неграмотного использования все равно наступит квазиравновесное состояние, когда почва перестанет терять углерод. Это касается, например, деградированных почв, в них все равно какой-то запас углерода будет оставаться на стабильном уровне. Если же применять гумус-сберегающие технологии и не использовать почву в сельском хозяйстве, то будет происходить обратный процесс — накопление углерода, и через какое-то время почва придет в квазиравновесное

Вклад территории России в мировую антропогенную эмиссию и запасах С





состояние, так как рост углерода не будет происходить бесконечно.

В России в середине 50-х годов происходила целинная кампания, и мы оценили, сколько же углерода было потеряно почвами за это время. Площадь распаханых земель за 10 лет составила более 45 млн. га, скорость потеря достигала полторы тонны углерода на гектар в год. По данным литературы, при освоении целинных земель первые 10-20 лет каждый гектар земли теряет около 25% исходного количества органического вещества. В национальном докладе, опубликованном в 2018 году, было показано, что в России распаханые почвы потеряли около 20% органического вещества из пахотного слоя и около 16% из метрового слоя.

Согласно нашим оценкам, обратный процесс идет в залежных почвах. С возрастом залежи увеличивается и запас углерода в почве. Таким образом, оставление деградированных пахотных земель под залежью можно рассматривать как один из видов углеродосберегающих технологий, особенно в первые годы после «забрасывания».

Если вовлекать молодые и старые залежи в использование, результаты будут чуть разные, но тенденции одинаковые: при возделывании культур на залежных почвах идут существенные потери углерода.

После саммита по климату в Париже (2015 г.) международным почвенным сообществом в 2019 г. была запущена Инициатива «4 промилле». Миссия этой инициативы — показать, что состояние сельскохозяйственных

почв может играть существенную роль как в обеспечении продовольственной безопасности, так и в вопросах изменения климата. Она призвана дополнить ряд необходимых мер по всестороннему сокращению выбросов парниковых газов на планете. Инициатива предлагает всем участникам и партнёрам разрабатывать и реализовать практические программы по связыванию и накоплению углерода в почвах как более широким использованием почвосберегающих технологий, так и другими альтернативными методами (например, точечное земледелие, организация лесополос, залужение и др.). Целью инициативы «4 промилле» является привлечение сельхозорганизаций и фермеров к переходу на устойчивое почвосберегающее земледелие.

Аграрный сектор РФ является существенным источником парниковых (климатически активных) газов, значимым по-

требителем энергии и ресурсов в виде удобрений, а эффективность сельскохозяйственной отрасли зависит от метеорологических условий. В соответствии с оценками, представленными в Национальном кадастре инвентаризации парниковых газов за 2019 г., выбросы в атмосферу от возделываемых с/х угодий в РФ составили 79 млн т CO₂ экв. или чуть более 3% от всей антропогенной эмиссии CO₂.

Инструментом для увеличения углеродопоглощающей емкости почв является регенеративное земледелие (почвосберегающие агротехнологии)

Принципы:

- минимизация обработок почвы (No-till, Mini-till);
- применение длинноротационных севооборотов, покровных и промежуточных посевов;
- обязательное включение в севообороты бобовых культур и многолетних трав с высокой долей подземной фитомассы;

Обработка почв «убивает» атмосферу



Инициатива «4 промилле»: задачи для России

- обеспечение высокой плотности посевов, возврат побочной продукции культур в почву;
- селекция высокопродуктивных сортов, устойчивых к погодным аномалиям и болезням;
- увеличение и расширение ассортимента органических удобрений;
- применение новых видов биоудобрений и растительных биостимуляторов второго поколения.

Обработка почв «убивает» атмосферу. Если мы используем регенеративное земледелие, то происходит поглощение CO₂, улучшается водный режим и в то же время почвы не теряют воду. При традиционных технологиях идет деградация почв, выбросы CO₂ высокие в атмосферу, почвы подвергаются эрозии и становятся более чувствительны к климату. Чем глубже мы обрабатываем почвы, тем более высокими становятся потери углерода из почв.

В работе японских исследователей, опубликованных 10 лет назад на основе сравнения, было проанализировано порядка 30 источников и в итоге показано, что нулевая обработка по сравнению с интенсивной и средней приводит к накоплению углерода в почве от 3.8-4.6 тонн углерода на гектар. No-till технологии могут помочь нам в реализации инициативы «4 промилле».

Результат применения почвосберегающих агротехнологий:

- устойчивость растениеводческой отрасли;
- рост биопродуктивности сельскохозяйственных культур;
- накопление органического углерода в почве;
- снижение выбросов CO₂ за счет уменьшения числа обработок;
- уменьшение потребности в минеральных удобрениях;
- оздоровление деградированных с/х почв, восстановление почвенного плодородия;
- расширение биоразнообразия экосистем;
- выход на новый, высокомар-



0.68 / 373 = 0.2%

Почвы России богаты С, и его общий запас в 1-метровом слое составляет около 20% мировых запасов С. Увеличение запасов С не бесконечно, и существует предел насыщения. Успешная реализация в течение 15-20 лет.

жинальный растущий международный рынок;

- повышение качества и конкурентоспособности российской сельхозпродукции;
- привлекательность для крупных и мелких товаропроизводителей.

Согласно прогнозам (Lal, 2020), при внедрении агробиотехнологий, которые создают положительный баланс углерода в почвах и экосистемах, совокупная углерод-депонирующая способность почв мира в следующие 80 лет (2020-2100 гг.) может оцениваться в 178 млрд тонн С для почвы, 155 млрд тонн С для биомассы, что составляет для земной биосферы в целом 333 млрд тонн С (или 4 млрд тонн С ежегодно).

При переводе на современные агробиотехнологии 50% пахотных угодий (около 40 млн га) снижение уровня выбросов парниковых газов составит 50-60% от современных объемов. Запасы углерода в почвах сельскохозяйственного назначения будут увеличиваться на 8-12 млн т С (или 29-44 млн т CO₂-экв) ежегодно, что позволит сделать аграрную отрасль экономики углеродонейтральной и полностью обеспечить продовольственную безопасность страны.

Сложности реализации инициативы:

- отсутствие нормативно-за-

конодательной базы по переходу к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству.

- затраты на переоснащение агропредприятий под современные технологии.
- отсутствие государственной системы мониторинга запасов углерода в наземных экосистемах, инвентаризации источников и стоков парниковых газов.
- ожидаемый эффект от внедрения современных агротехнологий может быть достигнут через 3-5 лет.
- положительный эффект после внедрения может снизиться спустя 20-30 лет за счет достижения естественного уровня насыщения почв углеродом.

Регенеративное земледелие и природоподобные технологии — это win-win стратегия, от которой выигрывают все — производители, общество и природа. Жить в гармонии с природой, а не использовать ее — это тот механизм, который способен остановить климатическую катастрофу. Мы всегда будем иметь преимущество и огромный успех, если будем правильно управлять возможностями. Из почвы нужно извлекать пользу, а не эксплуатировать ее.

В целом, применяя почвосберегающие технологии, мы можем увеличить углеродосеквестрирующую способность почвы.



«ТУМАНЫ» В ПРЯМОМ ПОСЕВЕ

Самоходные опрыскиватели семейства «Туман» от «Пегас-Агро» успешно работают во многих хозяйствах, применяющих прямой посев, обеспечивая бережное отношение к почве и посевам, своевременное и точное внесение препаратов и высокую эффективность.



«ТУМАНЫ» В БАШКИРИИ: ЧЕРЕЗ «МИНИМАЛКУ» К ПРЯМОМУ ПОСЕВУ

В Стерлитамакском районе Республики Башкортостан, где частые засухи не редкость, находится хозяйство **Игоря Сазоненко**, которое осуществляет переход от классической технологии к прямому посеву через промежуточный этап — мульчированный посев.

— Наша задача — сохранить почвенную влагу, а для этого нужно накопить слой растительных остатков. Конечно, это дело не одного года и требует тщательной подготовки, но результат того стоит, — уверен руководитель хозяйства.

Вся техника в хозяйстве четко вписана в агротехнологию — каждая машина выполняет свой фронт работ и заточена под конкретные культуры. Тут нет прицепных и навесных разбрасывателей и опрыскивателей: их функции полностью выполняют самоходные «Туманы». На сегодняшний день в хозяйстве представлен полный модельный ряд самоходок: от первой серийной модели до современного агрегата третьего поколения.

— Для каждого «Тумана» у нас нарезаны собственные задачи, — поясняет Игорь Сазоненко, — Одни машины заняты обработкой посевов, другие — только внесением удобрений. Так, старичок «Туман-1» до сих пор у нас работает, на нем — поверхностное внесение гранулированных удобрений. Он первым выходит в поля ранней весной по талому снегу: за 3-4 дня мы без спешки вносим удобрения под озимые. Его брат «Туман-1М» задействован на гербицидных и фунгицидных обработках.

С ростом площадей было принято решение приобрести еще два «Тумана-2М».

В прошлом году в хозяйстве появился «Туман-3». По словам главы хозяйства, он отработал весь сезон без единой поломки, осуществляя гербицидные и фунгицидные обработки, а также подкормки по листу по всем культурам.

— Если учитывать всю обработанную площадь, то за сезон «тройка» фактически отработала на 7,5 тыс. га. Здорово нас выручил «Туман-3», когда из-за засухи у нас неожиданно активизировался мотылек, — продолжает руководитель агропредприятия. — Это могло обернуться большой бедой, благо агроном вовремя зафиксировал этот факт. «Тройка» прекрасно себя зарекомендовала — сра-



ботала быстро и качественно, поэтому потери мы минимизировали. А у соседей, которые момент этот упустили, поле за сутки фактически пропало.

В последнее время Игорь Сазоненко присматривается к мультиинжектору для внесения жидких удобрений:

— У нас не всегда хватает влаги для растворения гранулированных удобрений, и они не работают так, как должны. Я планирую переходить на жидкие удобрения, которые после внесения сразу становятся доступными для растений, что положительно сказывается на качестве всходов и урожайности. И поможет мне в этом проверенный временем «Туман».

ПРЯМОЙ ПОСЕВ «ПО-АЛТАЙСКИ»

Хозяйство **Евгения Долгова** находится в Ребрихинском районе Алтайского края. Здесь на 6700 га «по нулю» возделываются пшеница, ячмень, лен, подсолнечник, рапс, горох и соя.

— В Приобской зоне выпадает мало осадков: в период вегетации — менее 100 мм, — отмечает Евгений Долгов. — Если хочешь продуктивно использовать влагу и получать стабильный урожай, то невольно задумаешься о сберегающих технологиях. Благодаря «нулю» мы сохранили влагу в почве за весенние месяцы, и это нам возвращается сторицей. Так, урожайность яровой пшеницы в прошлом году была 37,5 ц/га (на 25-30% выше, чем средняя по району). При этом затраты на технику, ГСМ и удобрения у нас меньше, чем у многих других.

На всех масличных и бобовых культурах в хозяйстве задействован самоходный опрыскиватель «Туман-2М»: на весенней обработке глифосатом, фунгицидами, инсектицидами и десикации (на рапсе), а на внутривспашечном внесении ЖКУ — «Туман-2М» с мультиинжектором.

— Часто при недостатке влаги твердые удобрения при поверхностном разбрасывании не успевают раствориться и не усваиваются растениями, поэтому мы полностью перешли на жидкие удобрения - карбамидо-аммиачную смесь, — продолжает глава хозяйства. — Мультиинжектор мы используем на подкормке озимой пшеницы ранней весной (вносим КАС дозами 100-150 л/га). Он имеет ширину захвата всего 6 метров, но очень легкий и маневренный: может заходить в низинки и заболоченные места. Итоги применения агрегата мы видим на урожайности: озимые у нас давали до 47 ц/га. Для нашей сухой лесостепи с жестким дефицитом влаги это очень хорошие цифры.

Интересен опыт хозяйства по применению опрыскивателя «Туман» по высокостебельным культурам — рапсу и сое.

— На опрыскивателе стоят заводские проставки, которые обеспечивают клиренс в 90 см, которого на рапсе и сое вполне хватает, — отмечает Евгений Долгов. — Он прекрасно идет по полю и не повреждает посеы. К почве машина очень бережная, даже после трех-четырех работок и проходов по полю мы не замечаем ее уплотнения. У «Тумана»

удельное давление на почву меньше, а сочетание узких колес и «дутиков» позволяет использовать его при разных задачах. «Туманом-2М» в любую погоду можно вести обработку, особенно весной, когда почва еще влажная, ни одна машина не может выйти в поле, а он на широких колесах делает свою работу. При внесении СЗР в период вегетации мы просто меняем широкие колеса на узкие. Если говорить про урожайность, то соя в прошлом засушливом году дала 12 ц/га, а в 2020 — 19,5, рапс в прошлом году дал 24 ц/га, в позапрошлом — 20.



ОЦЕНКА УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ: УГЛЕРОДНЫЙ ПОЛИГОН «ФОСАГРО»

Михаил Стеркин, директор по маркетингу и развитию ПАО «ФосАгро»



Вопрос устойчивого развития и продовольственной безопасности — это ключевой момент развития нашей компании. Все производства «СельхозАгро» соответствуют наилучшим доступным технологиям и самым современным экологическим требованиям.

В рамках климатической стратегии компании выбросы парниковых газов к 2028 году запланировано снизить на 14% от базового уровня 2018 года. В абсолютных единицах это 830 тысяч миллиметрических тонн эквивалента диоксида углерода в год. Анализ экосистем показал, что накапливается порядка 1-20 тонн диоксида углерода с гектара в год, а значит, план по возвращению углерода требует строительства углеродного агрохолдинга, цель которого — депонировать углерод. Такими проектами могут быть леса (посадка леса) и животноводство (интенсивное сельское хозяйство в комбинации с регенеративным земледелием).

Для всех существующих экосистем характерно накаплива-

ние биомассы с депонированием углерода в результате фотосинтеза. На процесс потери углерода влияют и множество других факторов, связанных с обитателями почвы и ее деградации. Поэтому почву можно рассматривать как своего рода аккумулятор, который способен медленно самостоятельно накапливать заряд органического вещества, а интенсивное сельское хозяйство этот заряд достаточно быстро тратит.

Лес является наиболее эффективной системой поглощения парниковых газов, но, к сожалению, с точки зрения продовольственной безопасности и

устойчиво растущего мирового населения лес не так привлекателен.

Поэтому изучение углерода и азота — это очень важная задача для сельского хозяйства. Так, даже незначительное сокращение скорости истощения запасов углерода и производство продовольствия с меньшим углеродным следом — это большой успех для всего человечества, поэтому необходимо углублять наши знания по балансам углерода и азота в агроценозах, но потери этих элементов при эффективном использовании и коэффициенты их пересчета до сих пор не определены.



РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА ВАЛИДАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ ЕДИНИЦ

Маргарита Редина, эксперт органа по валидации и верификации Института Экологии РУДН

На самом деле было бы странно, если бы сейчас был большой опыт по оценке углеродного следа, потому что наша российская система стандартов в этой области только-только сформировалась, только-только появились документы в 2021 году, которые позволяют проводить эту оценку парниковых газов и углеродного следа. Я надеюсь, что все это будет активно развиваться, потому что как раз вот эта система сейчас только достраивается.

Мы говорим о валидации климатических проектов, но валидировать углеродные единицы — это неправильная постановка вопроса. В прошлом году вступил в силу федеральный закон об ограничении выбросов парниковых газов. В законе прописаны основы правового регулирования в сфере хозяйственной и прочей деятельности, которая сопровождается выбросами в атмосферу парниковых газов. В законе установлены принципы ограничения выбросов, установлена система действующих лиц, отношений между этими действующими лицами, и как раз эта система позволит наиболее грамотно выстроить отношения между теми, кто выбрасывает, контролирует, оперирует, учитывает и планирует свою деятельность на будущее.

У нас есть собственные источники (антропогенные), но есть и природные, которые крайне сложно учитывать: к сожалению, методики пока не совершенны для природных систем. Но и методик по оценке выбросов парниковых газов от антропогенных источников



небольшое количество, однако система развивается, и есть надежда на то, что их будет всё больше и больше, они будут все более точными и появится возможность более точного инструментального анализа выбросов.

Существует реестр выбросов как государственная информационная система, где

представлены отчеты по выбросам парниковых газов, существует кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями — это опять же информационная система, которая формируется на основе официальной статистики, некий систематизированный свод сведений.

Государством определяется оператор, который уполномочен на ведение реестра углеродных единиц, и в реестре углеродных единиц фиксируются данные о климатических проектах, учитываются углеродные единицы и операции, которые с ними проводятся. Организация получает некий счет в реестр углеродных единиц.

Что касается углеродных единиц самих по себе — это верифицированные результаты реализации климатического проекта, определяются и измеряются они в количестве тонн угле-



кислого газа. Верификация результатов климатического проекта должна проводиться уполномоченными организациями, органами по валидации и верификации.

Когда распределены углеродные единицы, у нас появляется владелец углеродных единиц, который осуществляет некую деятельность, проводятся операции, которые будут зафиксированы в реестре и, в частности, возможен зачет углеродных единиц — это их аннулирование, когда их списывают со счета и зачисляют на счет изъятия из обращения.

11 мая 2022 издан приказ Минэкономразвития «Об утверждении критериев и порядка отнесения проектов, реализуемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и физлицами, к климатическим проектам, формы и порядок предоставления отчета о реализации климатического проекта». Документ довольно подробный, там показана и сама технология, как мы фиксируем информацию о климатических проектах, и критерии отнесения к климатическим проектам.

Федеральным законом определены меры по ограничению выбросов парниковых газов. Идет государственный учет, определяются целевые показатели сокращения выбросов и поддерживается деятельность, которая связана с сокращением выбросов, то есть это актуальная задача государственного уровня, в которой определены полномочия Правительства Российской Федерации и федеральных органов власти по ограничению выбросов, и, в частности, определено, что утверждение документов национальной системы стандартизации в области ограничения выбросов осуществляется федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, поэтому крайне важно отсле-



живать актуальные версии стандартов, которые сейчас выходят, потому что это основа для регулирования, и те расчеты, которые будут проводиться, естественно, будут основаны на российской национальной системе стандартизации в области выбросов парниковых газов.

В Федеральном законе прописаны права и обязанности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в области ограничения выбросов и, в частности, устанавливается, кто должен обязательно заниматься этой деятельностью, заниматься подачей отчетности, реализацией мер по снижению выбросов, определено критическое количество выбросов, при котором организация будет обя-

зана заниматься оформлением отчетности и сокращать свои выбросы.

Далее показаны права и обязанности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в области ограничения выбросов парниковых газов, показано, как должен проводиться государственный учет выбросов парниковых газов, и здесь появляется большая проблема: не хватает хороших методик для детальной оценки выбросов парниковых газов, а это неточность при оценке углеродного следа. А значит, невозможно будет качественно и детально давать оценки количества газов, которые подлежат поглощению, то есть выстраивать климатические проекты.

30 апреля 2022 года вышло Постановление «Правила создания и ведения реестра углеродных единиц, а также проведение операций с углеродными единицами в реестре углеродных единиц». Здесь уже более детальные операции, которые реализует оператор: регистрирует проекты, изменяет сведения, открывает и закрывает счета в реестре, проводит по счету операции, выпускает углеродные единицы в обращение и реализует прочие операции. Так выстраивается система учета углеродных единиц.

Carbon Unit



углеродная
единица



ПОЧВА В НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ: ПРОБЛЕМЫ АДЕКВАТНОЙ ОЦЕНКИ

Дмитрий Хомяков, профессор кафедры общего земледелия и агроэкологии факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор, д.т.н, к.б.н.

Проблема продовольственной безопасности в связи с последними текущими событиями стоит очень остро, хотя уже в 2019 году было понятно, что проблеме голода, которая была сформулирована в Целях устойчивого развития, к 2030 году мы не решим.

После ковида снова заговорили о грядущем продовольственном кризисе и о проблеме голода. Мы вспомнили, что у нас есть почвы, деградированные ландшафты, что необходимо контролировать состояние почв в мире, заговорили об ограниченности почвенных ресурсов, о том, что нужно восстанавливать ландшафты и следить за состоянием почв.

На сегодняшний день 40% всех почв во всем мире пострадали от эрозии, герметизации и засоления, вымывания органических веществ, подкисления, загрязнения, уплотнения грунтов и других причин. Эту проблему обсуждали участники 15-й сес-



сии Конференции сторон Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (9-20 мая 2022 года, г. Абиджан, Кот-д'Ивуар).

Для преодоления крупномасштабного коллапса и сохранения здоровых экосистем предлагается за 10 лет восстановить и возобновить использование 1 млрд га почвенного покрова. Если программу не удастся реализо-

вать, это может подорвать благосостояние 3,2 млрд человек и на 10% уменьшить мировой валовой доход от сельскохозяйственного производства. Восстановив во всемирном масштабе деградированные почвы, можно ежегодно удерживать в них 3 млрд тонн атмосферного углерода. Это компенсирует около 10% нынешних ежегодных выбросов, которые приходится на энергетическую сферу. Принимая меры по предотвращению, сокращению и обращению вспять деградации почвенных ресурсов, мы можем способствовать смягчению последствий изменения климата, что необходимо для того, чтобы темпы глобального потепления к 2030 году не превысили 2°C.

В современном научном взгляде на почву есть понимание, что существует неразрывная связь между факторами почвообразования — внутренними процессами в почве — ее свойствами — внешними функциями почв (или ее экологическими функциями).

Это уникальное природное тело, где присутствует живая и неживая материя и одновременно происходят два процесса: осуществляются большой геологический и малый биологический круговорот химических элементов и веществ. Через почву с разной скоростью проходят, в ней трансформируются (превращаются, разлагаются, разрушаются) и в ней накапливаются (задерживаются) практически все имеющиеся на Земле вещества.

Почва — это глобальный самоочищающийся и самовосстанавливающийся естественный биосферный



▲ фильтр. От его работы зависят темпы поступления тех или иных химических соединений (элементов) в атмосферу и гидросферу, их планетарный баланс. Установлена важнейшая роль почвы в глобальном цикле углерода и ее влияние на поступление в атмосферу углекислоты или связывание этого элемента в составе почвенных органических соединений, надземной и подземной биомассе и мортмассе.

Мы знаем, что почва, с одной стороны, депозитарий углерода и других элементов, которые входят в состав парниковых газов, но почва — это эмитент парниковых газов. И когда мы используем азотные удобрения, органические удобрения, то, с одной стороны увеличиваем продуктивность, а с другой стороны, мы увеличиваем эмиссию очень серьезного компонента закиси азота в атмосферу. Значит ли это, что нам надо отказаться от использования удобрений? Абсолютно нет. Сегодняшняя ситуация как раз говорит о том, что рынок зерна в мире — это практически рынок минеральных удобрений. Надо помнить о том, что производство азотных удобрений в мире и других минеральных удобрений будет расти. А в нашей стране необходимо навести порядок с использованием органических удобрений. И когда мы учитываем баланс газов в сельском хозяйстве, нужно помнить о том, что сейчас неучтенный оборот органических остатков нашего навоза в земледелии страны составляет 2/3 от его объема.

Мы неграмотно относимся к почвам, не контролируем в полном объеме воспроизводство плодородия, и последние 30 лет вынос элементов минерального питания с агроценозов с урожаями значительно превышает объем внесения минеральных удобрений.

Наши почвы больны, хотя раньше мы говорили, что болеть свойственно только животным, теплокровным, сейчас



стали наделять почвы свойствами живого.

«Болезнь» почв (рассчитано нами по официальным данным Росстата, Росреестра, Минсельхоза РФ на 2020 год). Отрицательный баланс элементов минерального питания растений.

С середины 1990-х годов в пахотных почвах России наблюдается отрицательный баланс гумуса и основных элементов минерального питания сельскохозяйственных культур. Ежегодно применялось всего 1,4-2,9 млн действующих веществ (д.в.) минеральных удобрений (НРК). В среднем за прошедшие 20 лет — 1,9 млн т д.в. ежегодно.

Потеря гумуса — декарбонизация

Для предотвращения декарбонизации пахотных почв необходимо вносить в среднем по 4-6 т/га органических удобрений в год, или 370-550 млн т. Текущий уровень — 70 млн т. Торф в качестве удобрения сейчас не используется. В 1990 году было 76 млн условных голов скота, в 2021 году 35 млн условных голов скота. Выход органики до 290-300 млн т физической массы, или 210 млн т в пересчете на подстилочный навоз. Увеличение доступности, снижение стоимости и прекращение неконтролируемого оборота органических ресурсов в сельском хозяйстве России невозможны без корректировки

административных требований.

Подкисление почв и ландшафтов — асидизация

На 1 га в среднем необходимо вносить 6-9 т известковых материалов с периодичностью 5-7 лет. Их применение за прошедший 20-летний период составляло не более 2,3 млн. т физической массы в год, или 25 кг/га пашни, находящейся в обороте. Объемы известкования уменьшились по сравнению с 1985-1990 годами. Тогда это было 31,0 млн т в год, или 235 кг/га. Кислые почвы, требующие первоочередного известкования, занимают по стране 35%, а в ЦФО их 61%. Агрохимические обследования свидетельствуют, что процессы подкисления нарастают, повышается доля и площади кислых пахотных почв, ежегодно увеличивается потребность в известковании.

«Диагноз»

Пока отсутствует оформленное понятное и долгосрочное ресурсно-экологическое планирование, нет государственных документов, которые бы определили, сколько, каких и где расположенных пахотных почв и сельскохозяйственных угодий нужно России. Правовое регулирование не дает понятного представления о месте почвенных ресурсов и почвенного покрова в организации землепользования, реализации земельной политики, ведении агропроизводства и

формировании устойчивой национальной продовольственной системы.

Почвы остаются недооцененным национальным богатством. Потеря потенциального плодородия и деградационные процессы с каждым годом усиливаются. В случае сохранения действующего подхода ежегодно уменьшающийся потенциал плодородия российских почв определит пределы роста аграрной отрасли экономики. «Зеленая» экономика и «углеродные» границы, «углеродный налог» и «углеродный след» продукции: вновь возникает вопрос о технологиях получения сырья, изделий, товаров и необходимости компенсировать экологические последствия их производства, в том числе и для аграрного сектора. Без оценки состояния почв этого сделать невозможно.

Что делается сейчас? «Лечение» началось?

Состояние правового регулирования использования почв в АПК России с учетом реализации целей устойчивого развития — оценка ситуации была дана на заседании Президиума Совета законодателей РФ при Федеральном Собрании РФ 18.12.2020 «О мерах по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

Президиум Совета законодателей РФ отмечает ряд проблем,

препятствующих эффективному обеспечению плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения: отсутствие полной и достоверной информации о землях сельскохозяйственного назначения, их границах и качественных характеристиках, единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения; неэффективность землеустройства как комплекса мероприятий по изучению состояния почв, планированию и организации их рационального использования и охраны; неиспользование по назначению земель сельскохозяйственного назначения и последующее ухудшение их состояния; недостаточное нормативно-правовое регулирование своевременного выявления изменения состояния плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, оценки этих изменений. Следует законодательно определить понятия почвы и ее плодородия как фундаментального уникального свойства.

Можно ли решить проблему с помощью цифровых технологий? И как?

Существует и действует Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сель-

ского хозяйства в составе земель иных категорий (далее — ЕФИС ЗСН), введенная в эксплуатацию Приказом Минсельхоза РФ от 02.04.2018 № 130 в соответствии с постановлением Правительства РФ от 06.07.2015 № 676 «О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации». Это так называемая программа «Эффективный гектар». Распоряжением Правительства РФ от 29.12.2021 № 3971-р утверждены стратегические направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». Федеральным законом от 30.12.2021 № 475-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» внесены изменения в Федеральный закон от 16.07.1998 № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», направленные на развитие государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и создание информационного ресурса. Информация подлежит внесению в государственный реестр земель сельскохозяйственного назначения. Его ведение осуществляется Минсельхозом РФ посредством Системы государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, созданной и функционирующей в соответствии со статьей 17 Федерального закона от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства».

Тем не менее, уже на уровне нашей межпарламентской ассамблеи, на уровне СНГ можно говорить, что нужно вводить точное земледелие и рекомендовать использовать точное земледелие в странах СНГ и Евразийского экономического союза.



ПРОДУКТ ПРОЕКТА «ЦИФРОВОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»: ПЛАТФОРМА «АГРОРЕШЕНИЯ»

ПРИНЯТЫЕ РЕШЕНИЯ О ВЫПУСКЕ БОЛЕЕ ВОСТРЕБОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ за счет принципиально новых по качеству прогнозов на цены, спрос и предложении (в обработку попадет до 70% национальных данных обо всех сделках реализации и выпуске продукции в прошлые периоды, планируемом выпуске продукции в прогнозном периоде, производственных мощностях переработки и хранения продукции, логистических центрах, ОРЦ, транспортных тарифах, погодных условиях и их влиянии на рынок сбыта в прошлые периоды и др.). Выпуск востребованной рынком продукции в большей мере обеспечивает сбыт на подходящих условиях, что позволяет получать большую прибыль и направлять ее в инвестиции на внедрение цифровых технологий.

СОКРАЩЕНИЕ ПРОСТОЕВ И ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ИЗНОСА ОБОРУДОВАНИЯ за счет получения предиктивной аналитики и получения соответствующих уведомлений о необходимости проведения ремонта, технического обслуживания и диагностики оборудования, заказа запасных частей.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ вследствие подготовки рекомендаций производителю сельскохозяйственной продукции и продовольствия о необходимости начать или приостановить работы, с учетом сопоставления данных из других платформ (прогноз погоды, нашествия вредителей, болезней).

УПРОЩЕНИЕ ПРОЦЕДУР ОДОБРЕНИЯ КРЕДИТОВ (В Т.Ч. ЛЬГОТНЫХ), СУБСИДИЙ, проведения страхования вследствие возможности оперативной обработки объективных данных о деятельности производителей сельскохозяйственной продукции, а также за счет консолидации финансовых продуктов в рамках одного электронного сервиса.

ПРИНЯТИЕ ВЗВЕШЕННЫХ И ОБЪЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ О ПРИОБРЕТЕНИИ И ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЗРАБОТКА за счет возможности получения достоверных сведений о существующих цифровых технологиях в области их применения, эффективности и итоговых затратах на внедрение, что будет способствовать увеличению производительности труда и снижению доли материальных затрат. Система «Навигатор цифровых технологий» позволит на конкретных примерах обосновывать эффективность цифровых технологий.



ТРАКТОР RSM 2375: БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Сколько бы владельцев тракторов серии RSM 2000 мы ни спрашивали о преимуществах этих агромашин, в списке плюсов первые места занимают производительность, тяговые характеристики, выносливость, надежность. Пожалуй, для иллюстрации этих выводов стоит опубликовать несколько цифр.

СКОЛЬКО ТЯНЕТ ТРАКТОР

Конечно, есть сельхозпредприятия, где сложилось трепетное отношение к технике: ее стараются нагружать по минимуму, продлевая срок службы до максимально возможного в пересчете на годы. Но все же большая часть владельцев резонно полагают, что только хорошая нагрузка делает машину высококорентабельной. Поэтому нередко случается, что один RSM 2375 за сезон успевает суммарно обработать на различных операциях до 12 000 га. Чтобы понять, как это получается, можно «предложить трактору» примерный перечень операций.

Орудие	Ширина захвата, м	Глубина обработки, см	Скорость, км/ч	Производительность, га/ч	Загрузка двигателя, %
Весеннее закрытие влаги					
Зубовая борона	24	6	14,5	30	88
Предпосевная обработка					
Лаповый культиватор	15	10	12	15,5	87
Посев					
Сеялка зерновая	14	8	11	13,3	85
Боронование озимых					
Зубовая борона	24	6	14,5	30	88
Глубококорыхление					
Глубококорыхлитель	5	35	10	4,3	92
Разделка залежей, целины, омоложение пастбищ					
Тяжелая дисковая борона	5	15	12	5	65
Лущение стерни					
Легкая дисковая борона	10	10	14	11,6	88
Уничтожение сорняков					
Культиватор лаповый	15	10	12	15,5	87
Вспашка					
Оборотный плуг	4	28	10	3,4	90
Выравнивание поверхности					
Зубовая борона	24	6	14,5	30	88

Так мало-помалу и набегают «большие гектары» даже с учетом неидеальных условий работы.

Кстати, порой владельцы загружают трактор RSM 2375 и транспортными работами. Он бывает просто незаменим, например, при вывозе зерна с топких полей, где не может справиться ни грузовой транспорт, ни другие тракторы с менее внушительными показателями проходимости. Откликаясь на заявки сельхозпроизводителей, для которых подобное использование мощного трактора является объективной необходимостью, Ростсельмаш оснащает RSM 2375 | 2400 пневмотормозами прицепа для повышения комфорта и безопасности работ.





ЧТО ДАЕТ ЕМУ СИЛЫ

О том, что обеспечивает тракторам Ростсельмаш серии RSM 2000 прекрасные эксплуатационные характеристики, говорилось много раз. И все же, мы думаем, стоит обрисовать самые важные черты агромашин.

В первую очередь обычно говорят о двигателе и КПП. У RSM 2375 это экономичный мотор максимальной мощностью 405 л. с. и максимальным моментом 1 898 Н м. Трансмиссия — высокопроизводительный агрегат Quadshift 12x4 с МКПП.

Гибкая и надежная рама. Чтобы нести немалый вес самой агромашины, с блеском выдерживать нагрузки от орудий в течение многих-многих лет, «копировать» непростой рельеф полей, нужна очень и очень мощная шарнирная конструкция. Элементы полурам сваривают в защитной среде из стального проката толщиной 20 мм, а придают исключительную гибкость раме с помощью простого и надежного шарнирного соединения. Именно способность этого оригинального узла «качаться» в широком диапазоне по вертикали и горизонтали позволяет колесам трактора RSM 2375 сохранять контакт с грунтом даже на очень неровном рельефе и обеспечивает относительно небольшой радиус разворота.

Отличные мосты. Эти узлы разрабатывали специально для использования спаренных (и даже строенных) колес. Внешние бортовые редукторы оригинальной конструкции давно завоевали статус «неубиваемых». Мощные надежные мосты служат долго и честно — и за счет высокой точности изготовления элементов зубových передач, и за счет удачной схемы крепления бортовых редукторов непосредственно на балке моста.

«Проходимые» колеса. Спаренные колеса увеличивают пятно контакта, улучшенные тяговые характеристики — это снижение удельного давления на грунт и соответственно переуплотнения почвы, оптимальный коэффициент пробуксовки и отменная проходимость.

Агрегатирование — по требованию. Тяговый брус категории CAT IV с допустимой нагрузкой 2 722 кг и «трехточка» категории CAT IVN/III грузоподъемностью 5 900 кг с рамкой для быстрой сцепки означает возможность агрегатирования с прицепными, полунавесными и навесными агрегатами. А высокопроизводительная гидравлическая система (170 л/мин, до 210 бар, муфта слива без давления) обеспечивают бесперебойную работу с требовательными агрегатами. Опционально доступен усиленный тяговый брус, комплект Power Beyond и гидравлическая система производительностью 220 л/мин.

Рабочее место. На трактор RSM 2375 ставят эргономичную кабину, в которой есть все, чтобы облегчить нелегкий труд механизатора. В базовой комплектации — и система РСМ Агротроник. И конечно, Ростсельмаш предоставляет широчайшие возможности дооснащения самыми передовыми электронными системами.



ОПЫТ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА

Наталья Троц, декан агрономического факультета Самарского государственного аграрного университета

Наталья Бучкина, заместитель директора по научной работе Агрофизического научно-исследовательского института



Вначале представлю краткую справку по истории почв нашей области. В условиях лесостепной, степной зоны под влиянием особых почвенно-климатических условий, в условиях дефицита влаги и неполного разложения органического вещества сформировались ценнейшие природные ресурсы, которые называются черноземами. Интерес к нашим почвам очень давний: с 1887 года Василий Васильевич Докучаев, родоначальник генетического почвоведения, проводил свои экспедиции и отмечал наличие в нашей области жирных, тучных черноземов. На сегодняшний день их, к сожалению, осталось не больше 1%, а чернозем в целом составляет 73% от всего почвенного запаса области. Преобладают южные черноземы и то, что нас интересует, — это гумус, он в настоящее время находится в состоянии средних запасов, то есть у нас среднегумусные почвы. По

данным Докучаева, содержание гумуса доходило раньше до 17%, сегодня, к сожалению, мы имеем 4,2% и 5%.

Сформировались несколько подтипов черноземов — это оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные. Обращаю внимание на два подтипа — выщелоченные и типичные, которые мы и изучали. Наш вуз работает в тесной связи с фермерами, и мы выявили одну общую проблему, которая заключается в том, что мы вынуждены и защищать почвы, и соблюдать



технологии, которые способствуют их защите, и производить продукцию, причем в достаточном количестве, и получать еще экономический эффект. Все эти факторы должны совмещаться. Ряд проектов, которые мы реализуем, направлены на почвосбережение. Это проекты по мелиорации с «ХозАгро», который организуется, проект по реализации и насаждению лесозащитных полос на юге области и один из значимых проектов, который мы

начали вместе с хозяйством Людмилы Владимировны Орловой, — это ретроспективный анализ почв хозяйства, где реализуется технология почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ) и, соответственно, возможность депонирования этими почвами и при помощи этих технологий углерода. Реализовывали проект совместно с Агрофизическим институтом. Самарский университет нам помогал с анализом почвенных парниковых газов. Мы выполнили полностью первую, предварительную часть — это ретроспективный анализ состояния почвы на территории хозяйства «Орловка-АИЦ».

История почвоведения в нашей области, как я уже сказала, достаточно фундаментальная, и если данные, которые были опубликованы Докучаевым, сохранялись какое-то время в архивах, то с 1961 года на территории области был создан и функционировал институт «Волгониигипрозем», который по госзаданию осуществлял туры почвенного обследования. Ретроспективный анализ был выполнен при использовании архивных данных этого учреждения. Мы анализировали фондовые данные 1952 года, но для того, чтобы была зависимость и можно было отследить динамику, использовали данные 1974 года. То есть за 47 лет мы проанализировали историю почв. Сделали это для того, чтобы можно было в дальнейшем проводить исследования и заложить мониторинговые площадки на территории хозяйства.

Мы начали с ретроспективного анализа, потому что он, по протоколу ФАО, является обязательным в любых исследованиях: мы должны знать историю почв, которые в дальнейшем будем подвергать исследованию. Историческая справка говорит о том, что с 1929 года почвы передавались от одного хозяйства к другому, и, возможно, не всегда соблюдалась система земледелия.

Для того чтобы осуществить ретроспективу, мы в 2021 году совместно с сотрудниками «Волгониигипрозема» провели изучение 48-ми разрезов по всей территории хозяйств с 1973 года. Несколько карт было заимствовано из фондов «Волгониигипрозема» и также была разработана своя карта. **В желтых кружочках на картах мы восстановили координаты тех точек, которые были использованы, например, в 1973-1974 годах, следующий этап — 2002 год и наш этап — 2021 год. Точки примерно расположены рядом, чтобы можно было в дальнейшем провести динамику.**

Здесь вы видите разрезы, которые подвергались изучению, составлена морфометрическая характеристика почв и сделано описание всех почвенных горизонтов. На территории хозяйства были выделены поч-

вообразующие породы, такие как элювий плотных карбонатных пород, делювиальные глины и тяжелые суглинки, древнеаллювиальные отложения и современные элювиальные отложения и элювий плотных карбонатных пород. Они имеют большое распространение на территории хозяйства и являются той породой, на которой сформировались черноземы хозяйства. В механическом составе преобладают фракции ила и крупной пыли — в этих условиях сформировались выщелоченные и типичные черноземы глинистого механического состава, и именно эти почвы являются ценнейшими в нашей области, обладают хорошим потенциальным плодородием.

Дополнительно была проведена классификация по типам и подтипам почв и их характеристика, которая была сделана по условиям результатов анализа.

Для каждого типа и подтипа чернозема было сделано описание всех слоев, которые входили в почвенный горизонт.

По морфометрическому строению профиля было отмечено, что произошли изменения в структурности почвенных горизонтов и в зависимости от глубины стала преобладать менее водопро- чная структура. Верхний пахот-

ный горизонт характеризуется как порошисто-глыбистый и комковато-порошистый. Пахотный слой подстиляется очень плотной, слабопроницаемой прослойкой, толщина ее невелика, и, по данным предыдущих исследователей-почвоведов, эта прослойка игнорировалась, ее описания мы не нашли. У нее крупнозернистая и комковато-глыбистая структура, возможно, это связано с уменьшением содержания гумуса, возможно, с микростроением агрегатов. Для того, чтобы провести интерпретацию аналитических данных, мы подобрали цифры, которые у нас сохранились.

По динамике величины почвенной среды: в период с 1974 по 2002 годы произошли изменения в сторону незначительного подкисления пахотного горизонта, а на втором этапе мы в динамике выявили, что почва поднялась ближе к нейтральной и даже слабощелочной реакции. По нашей карбоновой тематике особенно интересно содержание гумуса и динамика гумуса. Для всех типов почв она не одинаковая. В зависимости от происхождения не все черноземы вели себя одинаково. Ряд черноземов увеличили содержание гумуса от 1% до 2,8%. Характерно, что по состоянию гумуса почвы могут на данном этапе быть переведены из категории малогумусные в категорию среднегумусные и из маломощные в среднемощные.

По динамике подвижных элементов питания мы сделали динамику для фосфора и калия и первоначальные данные по азоту. Динамику по азоту отследить не удалось. Для характеристик подвижных форм фосфора была составлена таблица — по минеральным элементам остается среднеобеспеченность, и свою тенденцию она сохраняет, значительных изменений не происходит и в градеции даже иногда опу-

Почвенная карта полей ООО «Орловка-АИЦ», 2022 год



скается до низкой. То же самое характерно для обменного калия.

В градации почв присутствовали смытые почвы, это говорит о том, что эрозия почв наблюдалась какое-то время. Однако, когда хозяйство начало реализовывать технологию ПРЗ, технологию No-till, мы видим, что многие почвы переходят из среднесмытых в слабосмытые, что говорит о том, что технология способствует приостановке эрозии. В дальнейшем такие отправные точки помогают создать стационарные площадки для ведения мониторинга, в том числе и для депонирования почвенных газов, потому что тип почвы, порода являются отправными точками для того, чтобы говорить в дальнейшем о способности почвы депонировать углерод или осуществлять его эмиссию.

Дальнейшие исследования с использованием ретроспективного анализа определили примерно одинаковые площадки для того, чтобы вести наблюдения за почвенными газами.

Акцентирую внимание на новом проекте, который реализуется в нашей области — это лесозащитные полосы. Совсем недавно, осматривая посе



на юге области, мы наблюдали явление сильной песчаной бури. Хозяйство, которое кормит не только область, но и пол-России, терпит бедствие: они обратились к нам с тем, чтобы спланировать им защитные поперечные лесополосы. Так что мы занимаемся и такими вопросами защиты наших ценных природных ресурсов.

Моделирование с помощью модели DNDC

Моделирование важно при планировании любых мероприятий на территориях. Мы работали по заказу

«Национального движения берегающего земледелия», средства на эту работу выделял «Уралхим Инновация», исследования проводились в ООО «Орловка — АИЦ».

В основном мы работали с моделью DNDC, основанной на процессах трансформации азота и углерода. Для работы модели необходимо большое количество входных данных. Первое — это климатические параметры. В «Орловке» есть метеостанция, которая собирает ежедневные данные о максимальной и минимальной средней температуре и осадках. Климатические данные должны вводиться ежедневно с 1 января по 31 декабря. Они могут быть предоставлены в разных характеристиках, в данном случае мы использовали минимальную и максимальную температуру и осадки. Все эти данные загружаются в модель. Далее — характеристика почв по плотности содержания органического вещества. Гранулометрический состав исследовали с помощью сотрудников Аграрного университета. Потом определяли в них концентрацию углекислого газа и закиси азота. Помимо климата и характеристик почв, еще есть возможность фиксировать



характеристики той культуры, которую возделывают на этой территории. В данном случае это была кукуруза. Также есть отдельная вкладка по обработке почв, которая позволяет выбирать разные типы обработки. Можно вносить данные о дате, типе удобрения и многие другие параметры, в том числе можно выбрать органические удобрения, орошение, если оно имеется.

В результате после внесения всех данных в нашу модель формируется загрузочный файл для разных типов обработки, которые мы изучали, — основная обработка, минимальная обработка. Также у нас были лесные почвы, и для всех этих участков мы провели моделирование с помощью модели DNDC.

Модель моделирует рост и развитие растений, показывает водный стресс, если он был. Прослеживается дефицит азотного удобрения, который испытывали растения: видно, что удобрение вносилось один раз во время посева, а после того, как растения использовали удобрения, они начали испытывать азотный стресс.

Также моделируются различные почвенные параметры, и точно так же моделируется содержание элементов питания нитратного аммиачного азота P_n в почве. Модель показывает микробиологическую активность и эмиссию парниковых газов.

В соответствии с моделью DNDC максимальное количество парниковых газов в почвах прогнозировалось на конец апреля — начало мая и конец ноября — начало декабря, когда увеличивается количество осадков, падает температура и попадает дополнительное количество растительных остатков. В целом большая часть вегетационного сезона в соответствии с этой моделью не характеризовалась высокими эмиссиями парниковых газов.

Основные полученные результаты — баланс азота, углерода, воды и эмиссии парниковых газов. В связи с этим можно прогнозировать, какой может быть максимальный урожай. Еще по балансу азота можно увидеть, что в почву вносились растительные остатки и удобрения.

Баланс углерода в почве оказался положительным. В результате того, что вносилось и выносилось с урожаем, в почву попало дополнительное количество органического вещества, так что небольшой, но положительный баланс в соответствии с этой моделью в 2021 году был. Модель показывает водный баланс — растения испытывали дефицит влаги в течение вегетационного сезона. А также эмиссию трех основных парниковых газов — углекислого газа, закиси азота и метана.

В целом из модели можно извлечь огромное количество данных. Например, рост и развитие растений, температурный и влажностный режим почвы, динамика почвенного углерода, динамика азота, содержание углерода в листьях, стеблях, корнях, зерне, содержание элементов питания в растениях, дыхание листьев и многое другое.

Рассмотрим участок с традиционной обработкой, с минимальной обработкой 2017 года, с минимальной обработкой 2014 года и лес. В результате моделирования у нас получилось, что количество углерода, которое накапливается в стеблях у пшеницы и подсолнечника в результате нулевой обработки, как и в результате общепринятой обработки, было одинаковым. Это означает, что тот углерод, который потом поступит в почву в виде стеблей и листьев, не будет различаться для этих двух культур и этих двух обработок. Но если мы посмотрим на корневой опад, то в соответствии с этой моделью корневой опад с пшеницы был значительно ниже, чем от подсолнечника.

Далее модель показывает динамику углекислого газа: на общепринятой обработке эмиссия углекислого газа значительно выше, что связано с тем, что почва обрабатывается, аэрация значительно выше и, естественно, эмиссия углекислого газа выше.

Кумулятивная эмиссия углекислого газа при традиционной обработке в соответствии с моделью оказалась почти в два раза выше, чем при минимальной обработке.



ПРОТОКОЛ MRV ФАО

Гильермо Перальта (Guillermo Peralta), член секретариата Глобального почвенного партнерства ФАО, консультант ФАО по вопросам динамики почвенного углерода

Сегодня все знают, что именно почвы представляют собой самый большой блок по сохранению органического углерода. И около 63% углерода содержится именно в почвах. Поскольку почва занимает огромную территорию, небольшие изменения концентрации могут привести к тому, что увеличится абсорбционная способность почв и значительно снизится количество парниковых выбросов. Таким образом, почвы являются оптимальным инструментом для снижения концентрации парниковых газов.

Есть ряд и других преимуществ органического углерода:

- 1) Сохранение структуры почвы
- 2) Улучшение аэрации
- 3) Оптимальное управление водными ресурсами
- 4) Сохранение стабильности почвы
- 5) Улучшение цикла микроэлементов
- 6) Улучшение биоразнообразия
- 7) Увеличение продуктивности и урожайности почвы

Мы можем с использованием практик ПРЗ, соответственно, увеличивать концентрацию органического углерода.

Поэтому ФАО запустил инициативу RECSOIL, основной целью которой является — восстановить структуру и здоровье почв благодаря использованию практик органического и ресурсосберегающего земледелия.

Инициатива имеет ряд шагов, которые фермер может пройти для реализации программы:

- 1) оценка реализации проекта;
- 2) получение экономиче-

ской и технологической поддержки.

У нас есть два пути, которыми можно пойти: «зеленый путь» и «коричневый». «Зеленый путь» подразумевает внедрение практик ПРЗ для восстановления здоровья почвы. Второй путь — внедрение практик ПРЗ с последующей продажей углеродных кредитов.

В целом реализация проекта составляет от 2 до 8 лет.

Инструментарий для реализации проекта включает:

- 1) карты для оценки органического углерода и его потенциала;
- 2) техническое руководство рекомендованных практик;
- 3) программа «докторов почв»;
- 4) работа с лабораторией GLOSOLAN.

Потенциал секвестрации углерода для России — 17 мегатонн углерода в год — это огромный потенциал. И здесь мы отмечаем только пахотные земли. На Россию приходится 326,8 миллиона гектаров чернозема, что составляет 44% запасов чернозема в целом. 70% российских почв — это черноземы. И 47% потенциала секвестрации углерода для России находится под черноземами.

«Зеленый путь» нормируется Протоколом по оценке устойчивого развития почвы (SMM protocol), в котором описаны инструменты для оценки ключевых индикаторов здоровья почвы:

- 1) урожайность
- 2) физические свойства

3) содержание органического углерода

4) биологическая активность почвы.

Говоря о методах, мы можем использовать визуальный показатель. Участники программы могут оценить состояние почвы как хорошее, среднее и плохое.

«Коричневый путь» нормируется Протоколом MRV (GSOC MRV protocol). Основная цель протокола — обеспечить стандартную методологию оценки углерода почвы и, соответственно, выбросов парниковых газов. Но есть ряд нюансов:

1) этот протокол можно использовать только для ограниченного числа территорий (нельзя реализовать на лесных территориях и территориях водных угодий);

2) минимальный срок реализации проекта — 8 лет;

3) в первую очередь необходимо измерять содержание органического углерода, плотность и содержание органического вещества в виде крупных частиц;

4) необходимо производить моделирование углерода и измерять парниковые выбросы.

Эти практики не только улучшают здоровье почв, но и снижают расходы. И это основная цель нашей работы, мы не только хотим создавать карты. Мы хотим продолжать исследования свойств почвы, восстанавливать почвы и на практике реализовать принципы, чтобы фермеры реально могли использовать наши технологии, улучшать здоровье почвы и повышать урожайность. Таким образом, наши почвы могут стать не источником эмиссии углерода, а его основным поглотителем.



ПОТЕНЦИАЛ РОССИЙСКИХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОВМЕСТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ РЫНКОВ СО СТРАНАМИ-ПАРТНЁРАМИ

Анастасия Аристархова, старший менеджер компании Б1, бывший ЕУ («Эрнст энд Янг»), Россия

Международные усилия по борьбе с изменением климата требуют и от национального рынка, и от национального законодательства своевременной адаптации. В настоящее время в России уже формируется как сама структура углеродного регулирования, так и механизмы торговли углеродными проектными единицами, то есть теми углеродными единицами, которые будут получены после реализации климатических проектов.

Ожидается, что данный национальный механизм заработает уже осенью этого года. Соответственно, вскоре можно будет ожидать первых показательных сделок. При этом мы видим, что в российском бизнес-сообществе существует активный запрос на создание условий для реализации и развития климатических проектов, в том числе с целью их использования для достижения корпоративной углеродной нейтральности и для непосредственной монетизации полученных углеродных единиц через их продажу третьим лицам.

При этом на международном уровне начинает складываться понимание, что в вопросе изменения климата сельское хозяйство — это не только источник проблемы и один из существенных источников выбросов CO₂, но и ключевой элемент решения. Именно поэтому сегодня речь идет о том, что сельское



хозяйство может стать источником технологий, обеспечивающих удаление парниковых газов из атмосферы и способствующих их последующему депонированию. В этой связи возникает запрос на современные технологичные агроклиматические проекты.

При разработке национального углеродного регулирования и регулирования проектов необходимо учитывать международный опыт, причем не только опыт относительно климатических проектов в целом, но и конкретно относительно сельскохозяйственной отрасли, так как она имеет свои существенные особенности. В частности, большинство систем торговли выбросами не охватывают собой сель-

скохозяйственную деятельность. А среди проектов, зарегистрированных в независимых международных стандартах (например, VCS), наибольшая доля в области сельского хозяйства в общем объеме проектов в категории «Agriculture Forestry and Other Land Use» реализована на территории таких стран, как Китай и Индия по методикам, касающимся изменений подходов к выращиванию риса, что объясняется особенностями данных стран и их сельского хозяйства. И только на втором и третьем местах по типу методологий оказались проекты, направленные на внедрение углеродосберегающих практик земледелия.

Во многих странах, в том числе и в России, в отношении агро-

Особенности агропромышленного комплекса и монетизации агроклиматических проектов



промышленного комплекса существует специфическое регулирование и специфические меры господдержки. В нашей стране это, например, единый сельскохозяйственный налог, различные виды субсидий и грантов. Следует понимать, что подобные меры могут послужить одним из потенциальных источников поддержки непосредственно агроклиматических проектов, и сейчас вопрос предоставления грантов или субсидий на осуществление климатических проектов находится в разработке.

Если говорить про механизмы, существующие в рамках добровольного углеродного рынка, зачастую агроклиматические проекты реализуются через специальные программы, разработанные в основном крупными мировыми производителями минеральных удобрений, такими как Nutrien, Yara или Bayer.

Большинство существующих сегодня специализированных программ работают так, как показано на иллюстрации.

Например, углеродная программа Agoro Carbon Alliance, разработанная компанией Yara, отличается от классической структуры реализации климатических

проектов тем, что непосредственным инициатором проекта выступает сама компания Yara, и к программе привлекаются фермеры, реализующие рекомендуемые практикой. Таким образом, физически агроклиматический проект воплощается фермерами, но оформляется и сертифицируется на компанию-создателя программы, и углеродные единицы по итогам получает компания Yara. Фермеры же финансируются самой Yara, исходя из размера площадей, где ими применяются рекомендуемые практики.

Таким образом, программа Agoro Carbon Alliance создана для помощи фермерам в получении дополнительных доходов от успешного внедрения

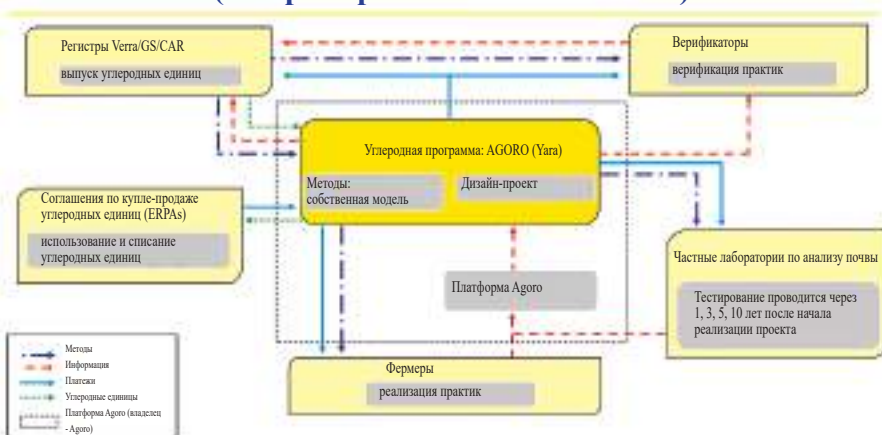
мер по борьбе с изменением климата.

Применяя благоприятные для климата методы ведения сельского хозяйства, фермеры смогут производить культуры с пониженным углеродным следом и помогать декарбонизировать цепочки поставок продуктов питания.

Учитывая особенности климатических проектов, которые были перечислены, возникает вопрос — достаточно ли будет спрос на такие проекты в рамках формирующегося национального рынка углеродных единиц? Однозначного ответа на данный вопрос пока невозможно получить, но очевидно, что одной из задач, которая стоит перед при создании национальных механизмов в отношении углеродных единиц, является обеспечение возможности признания российских агроклиматических проектов на международном рынке. Учитывая текущую экономическую ситуацию, в качестве международных партнеров сегодня рассматриваются компании из ЕАЭС, БРИКС и ШОС. Для обеспечения создания эффективного и признаваемого в России и мире механизма монетизации агроклиматических проектов в первую очередь должны быть решены следующие вопросы:

- доступ на российский

Схема реализации климатических проектов (на примере механизма AGORO)





пример, как Agoro (Yara), Bayer Carbon, Nutrien и прочие;

- возможность погашения части квот в рамках обязательств по сокращению парниковых газов через погашение углеродных единиц.

Важно предусмотреть возможность интеграции создаваемых механизмов в области углеродного регулирования и углеродных рынков не только в части агроклиматических проектов, но и климатических проектов в целом, учитывая при этом специфику, уровень развития углеродного регулирования в каждой из потенциальных стран-партнеров. Крайне важно уже сейчас, на этапе разработки и создании подходов к углеродному регулированию, предусмотреть особенности потенциальных интеграций и начать создавать единый дизайн общего, интегрированного механизма с целью наиболее полного учёта общих интересов всех стран-партнеров и бизнеса.

рынок иностранных инвесторов, например, из стран ЕАЭС, БРИКС, ШОС;

- стандартизация методик, подходов к верификации, мониторингу, подтверждению и выпуску единиц;
- интеграция на уровне СТВ (в случае ее создания/наличия) например, в части возможности учета УЕ

в качестве погашения обязательств;

- создание совместных дву- или многосторонних механизмов, например, аналогично механизму Joint Crediting Mechanism Японии и стран Восточной Азии, или в рамках ст. 6.2. Парижского соглашения;
- создание механизмов поддержки фермеров, на-



КАРБОНОВАЯ ТЕМА ОСТАЕТСЯ АКТУАЛЬНОЙ

Николай Дурманов, специальный представитель Министерства науки и высшего образования РФ по вопросам биологической и экологической безопасности, заместитель председателя Экспертного совета по вопросам научного обеспечения развития технологий контроля углеродного баланса

Опыт проектов карбонового, или углеродного регенеративного земледелия за последние 1,5-2 года показал, что есть несколько неожиданных по значимости явлений, про которые мы забываем.

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА АГРОЭКОСИСТЕМ

В идеальном мире регенеративное земледелие дает аграриям два источника доходов: собственная продукция и деньги за верифицированное накопление почвенного углерода. Главным образом, это предотвращение эмиссии метана и закиси азота.

Опыт самого большого регенеративного проекта (Индиго, США) показал, что не хватает измерителей. Прямое измерение не всегда работает: поля гетерогенны. Плюс логистика: речь о десятках миллионов акров. Поэтому необходимо применять дистанционный контроль.

Дистанционный контроль — это будущее регенеративного земледелия. Но у России есть специфическая проблема: у нас скоро не будет доступа к спутникам информации, а своих спутников у нас пока не хватает. Возникает вопрос: как мы измерим карбоновую часть сельхозбизнеса? Как верифицировать накопления углерода и, соответственно, выйти на карбоновый рынок?

Выход есть. Дроны стали конкурировать по охвату территории со спутниками. Особенно дальнобойные дроны, которые за светлое время суток способны облететь до 10000 га, что вполне хватает для решения многих технических вопросов. Кроме того, дроны способны лететь туда, куда их направят, и разрешение на датчиках и сенсорах на дронах лучше, чем на спутниках.

Однако на дронах установлены обычные мультиспектральные камеры, DVN и т.д., что не очень хорошо: далее необходимо применение мате-

матических расчетов, а это дорогое удовольствие.

Но в последние годы появился новый стандарт — комбинированное использование гиперспектральных камер и лидаров. Лидары дают оценку биомассы и ее распределения, а гиперспектральные камеры — качественную информацию (поражённость фитопатогенами, заражённость вредителями и т.д.). Опыты показывают, что это универсальная вещь — можно измерять пожары лесов, а также то, что осталось после пожара. Кроме того, есть возможность контроля воды: мы забываем, что у углерода есть такая способность, как эвтрофикация пресноводных водоемов, а это рост биомассы пресноводных водоемов, и, соответственно, эмиссия метана и закиси азота.

Можно измерение разделить на 3 фазы:

- 1) использование дронов с гиперспектральной камерой и лидарами
- 2) математические расчеты
- 3) официальное разрешение (регистрация измерений).

АГРАРНАЯ КАРБОНОВАЯ ПОЛИТИКА ВАЖНА

Карбоновое дело перестало быть прерогативой исключительно «лесных» и «болотных» исследований. На самом деле, аграрная карбоновая тема на порядок важнее: это геополитика (через несколько лет Россия будет контролировать около 40% мирового оборота зерна, не говоря уже об удобрениях). Климатические изменения добавляют нам пригодные для обработки земли, у нас нет дефицита воды, и главный тренд развития нашей страны — высокотехнологичное производство качественного продовольствия.

Карбоновая тема сейчас якобы не актуальна, но на самом деле никуда «зеленая» повестка не денется. Трансграничные карбоновые налоги, контроль углеродного следа про-



дукции всенепременно будет применен и к нашей продукции. Речь идет о десятках миллионов долларов на следующие 10 лет.

Поэтому необходимо заниматься секвестрационным земледелием, то есть поглощением углерода природными и антропогенными экосистемами, потому что у нас самая большая и зеленая территория.

Технологические платформы для мониторинга карбонового следа, для измерения поглощения углерода применимы не только в климатических проектах, эти технологии будут обеспечивать точное земледелие, прецизионное внесение удобрений, подбор новых сортов, повышение продуктивности, восстановление деградированной территории. Весь этот комплекс технологий нам необходим и для карбонового рынка, и для низкоуглеродной индустрии, и для традиционного сельского хозяйства.

В завершение хочу поблагодарить организаторов конференции — Национальное движение берегающего земледелия — за актуальность выбранной темы и высокий уровень организации и проведения мероприятия, участников конференции — за большую, важную проводимую работу и по внедрению почвосберегающих агротехнологий, и по исследованию современных методов управления углеродным циклом.





ПЕГАС
А Г Р О



УРОЖАЙ -
ДЕЛО ТЕХНИКИ



ООО «Пегас-Агро»
443528, Россия, Самарская область
Волжский район, п. г. т. Стройкерамика
Тел. (846) 977-77-37
info@pegas-agro.ru, pegas-agro.ru

КОРМОУБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ СЕРИИ RSM F 2000

Вершина технологий кормозаготовки

40 км/ч

транспортная
скорость

до **643** л.с.

мощность двигателей
машин серии RSM F 2000

200 км/ч

скорость массы на выходе
из ускорителя –
максимально плотное
наполнение кузова

>200 т/ч

максимальная
производительность

Согласно протоколам испытаний.

0,69 л/т

низкий удельный расход
топлива

0,3–420 л/ч

диапазон норм внесения
консервантов штатными системами

Подробнее о модели:



Узнайте больше о самых
производительных
кормоуборочных
комбайнах Ростсельмаш

ПРИГЛАШАЕМ НА НАШ СТЕНД
AGROSALON 2022

ПОДРОБНОСТИ – ПО ГОРЯЧЕЙ ЛИНИИ

8 800 250 60 04

Звонок бесплатный на территории России

www.rostselmash.com

РОСТСЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов