

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-194-196

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА
АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ****PROSPECTS FOR MONITORING THE CARBON BALANCE
OF ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED LANDSCAPES****Голеусов П.В., Нетребя А.А.**

Goleusov P.V., Ntreba A.A.

e-mail: goleusov@bsu.edu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия
Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Аннотация. Концепция ведения мониторинга углеродного баланса на региональном уровне подразумевает отслеживание потоков углерода в антропогенно преобразованных ландшафтах. Это необходимо для оценки фактического антропогенного вклада в углеродный цикл и оценки эффективности мероприятий, направленных на сокращение дисбаланса выбросов и поглощения углерода. В НИУ «БелГУ» создан региональный центр мониторинга углеродного баланса, который курирует формирование региональной сети мониторинга цикла углерода. Информационную основу этой сети формируют карбоновые полигоны и сеть экспедиционных пунктов, учитывающих природную и антропогенную структуры ландшафтов региона.

Abstract. The concept of monitoring the carbon balance at the regional level implies tracking carbon flows in anthropogenically transformed landscapes. This is necessary to assess the actual anthropogenic contribution to the carbon cycle and assess the effectiveness of measures aimed at reducing the imbalance of carbon emissions and absorption. A regional carbon balance monitoring center has been established at the Belgorod National Research University, which oversees the formation of a regional carbon cycle monitoring network. The information basis of this network is formed by carbon polygons and a network of expedition points that take into account the natural and anthropogenic structures of the landscapes of the region.

Ключевые слова: Белгородская область, углеродный баланс, антропогенные ландшафты, парниковые газы, поглощение углерода, региональный мониторинг, карбоновые полигоны

Keywords: Belgorod oblast, carbon balance, anthropogenic landscapes, greenhouse gases, carbon uptake, regional monitoring, carbon polygons

В России создаётся национальная сеть карбоновых полигонов, обеспечивающая оценку секвестрационного (поглотительного) потенциала территории в отношении парниковых газов [1]. Эта сеть также обеспечит научно-методическое сопровождение системы мониторинга углеродного баланса, а в прикладном отношении будет способствовать реализации климатических проектов (по сокращению выбросов и поглощению парниковых газов). Параллельно формируется национальная система верификации и валидации углеродных единиц для системы углеродного регулирования. Ведение мониторинга углеродного баланса на региональном уровне нуждается в научном обосновании.

В России есть регионы, углеродная нейтральность которых может быть достигнута относительно легко. Например, Сахалинская область планирует достичь её к 2025 году. Это реально при площади лесов около 5,8 млн га (лесистость 66,3 %) [4] и наличии возможности реализации климатических проектов с использованием морских экосистем.

Староосвоенные регионы ЕТР и особенно Юга России в этом отношении находятся в более уязвимой ситуации. Например, в Белгородской области доля ландшафтов с квазиприродным функционированием мала по сравнению с антропогенно преобразованными ландшафтами. Лесами покрыто 219,9 тыс. га [5] территории области, т.е. лесистость без учёта лесной растительности вне фонда лесных земель – 8,1 %. Это так называемые «управляемые леса». Высокая степень антропогенной преобразованности территории региона (более 80 % – сельскохозяйственные, промышленные и селитебные земли) определяет необходимость оценки поглотительной способности экосистем, находящихся в местах интенсивной эмиссии парниковых газов.

В разрабатываемой нами концепции ведения мониторинга углеродного баланса для регионов с высокой степенью антропогенной трансформации ландшафтов ключевыми объектами мониторинга должны быть именно антропогенные ландшафты – источники эмиссии углерода. Для оценки баланса углерода природных экосистем можно использовать расчётные методики, которые постоянно совершенствуются [3]. Для антропогенных ландшафтов эмиссионные потоки углерода сравнительно просто рассчитываются для стационарных источников, однако общий баланс неизвестен, но важен – с учётом необходимости контроля.

В НИУ «БелГУ» разработан проект создания региональной сети мониторинга углеродного баланса, включающей: 1) региональный центр мониторинга углеродного баланса (оператор карбоновых полигонов); 2) сеть карбоновых полигонов и экспедиционных пунктов мониторинга углеродного баланса; 3) региональный центр валидации и верификации углеродных единиц. Проектом предлагается полный цикл углеродного регулирования на региональном уровне: от научных исследований и мониторинга, через контроль, к внедрению низкоуглеродных технологий и технологий углеродного депонирования. Специфика ведения мониторинга углеродного баланса в Белгородской области будет заключаться в исследовании поглотительной способности антропогенных геосистем: агроландшафтов,

урбогеосистем и горно-промышленных комплексов. Это обеспечит получение более востребованной на практике информации о потенциальных возможностях поглощения атмосферного углерода.

Проектом предусмотрено оптимальное соотношение использования дистанционных и наземных методов ведения мониторинга углеродного баланса территорий. В итоге предполагается охватить всю территорию региона и создать атлас секвестрационного потенциала экосистем Белгородской области, с последующей реализацией его в виде геопортала. Опыт создания региональной сети мониторинга углеродного баланса может быть тиражирован в других регионах и масштабирован на государственном уровне.

Этапы реализации проекта:

1-й этап (2022 год) – техническое оснащение регионального центра мониторинга углеродного баланса (оператора карбоновых полигонов) и центра валидации и верификации углеродных единиц.

2-й этап (2023 год) – развёртывание сети мониторинга углеродного баланса.

3-й этап (2024 год) – формирование региональной базы данных углеродного баланса для территории области.

4-й этап (2025 год) – формирование информационных ресурсов системы мониторинга углеродного баланса.

В настоящее время созданы Региональный центр мониторинга углеродного баланса, Центр валидации и верификации углеродных единиц, площадка №1 карбонового полигона на территории ботанического сада НИУ «БелГУ», заключён договор о сотрудничестве с ООО «Яковлевский ГОК», на площадке которого (карьер закладочных песков вблизи с. Покровка Яковлевского р-на) в 2023 г. планируется создание участка отработки технологий секвестрации атмосферного углерода (карбоновая ферма), а также ведение мониторинга потоков углекислого газа в условиях техногенного ландшафта (площадка №2). Проектом предусмотрено также создание площадки №3 в модельном агроландшафте.

Реализация проекта будет способствовать развитию экологического предпринимательства в регионе, в том числе созданию карбоновых ферм – экосистем с высоким секвестрационным потенциалом, для которых будут рекомендованы участки, обеспечивающие повышение экологического потенциала территории Белгородской области, встроенные в её экологический каркас. После создания углеродного рынка в стране эти предприятия обеспечат рост доходов в бюджет региона.

Площадка № 1 карбонового полигона на территории НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ» предназначена для ведения мониторинга потоков парниковых газов в Белгородской агломерации, разработки технологий создания культурных фитоценозов с повышенным секвестрационным потенциалом для нужд озеленения, благоустройства и экологической реабилитации городских территорий. Для сферы городского хозяйства будут предложены решения, позволяющие повысить секвестрационный потенциал зелёных насаждений в условиях урбогеосистем.

Общая площадь территории ботанического сада – 71 га, в том числе площадка размещения полигона – 2 га. На площадке полигона возведена башня высотой 48,5 м, на которой размещено 2 станции eddy covariance на основе газоанализатора CO₂/H₂O закрытого типа LI-7200RS, на высоте 10 м – для контроля потоков CO₂ на площадке полигона и на высоте 48 м – для фоновой мониторинга потоков CO₂ Белгородской агломерации.

Обеспечена возможность передачи данных со станций eddy covariance на сервер в НИУ «БелГУ». Получены и обработаны результаты измерений. Сформирована структура базы данных мониторинга углеродного баланса разных типов природных и антропогенных экосистем региона.

Площадка №2 (проект). Территория АО «Яковлевский ГОК» (ПАО «Северсталь», индустриальный партнёр), предназначенная для ведения мониторинга углеродного баланса техногенных геоконплексов горно-добывающих предприятий, разработки технологий создания карбоновых ферм и фитоценозов эколого-реабилитационного назначения для рекультивации и ренатурирования нарушенных земель. Карьер закладочных песков имеет общую площадь 46 га. Для горнодобывающего кластера будут предложены технологии экологической реабилитации нарушенных земель, обеспечивающие депонирование углерода в почвах и биомассе зелёных насаждений.

Площадка №3 (проект) – предназначена для ведения мониторинга углеродного баланса агроландшафтов Черноземья, а также для разработки технологий связывания атмосферного углерода в органическом веществе агропочв и биомассе сельскохозяйственных культур, почвах и биомассе защитных лесополос. Проектом предусмотрены разработка и внедрение технологий регенеративного земледелия, обеспечивающих положительный углеродный баланс агропочв, расширенное воспроизводство их плодородия и устойчивость производства сельскохозяйственной продукции, а также решение проблемы утилизации отходов животноводства.

По способности к длительному выведению углерода из круговорота почвы превосходят леса, поэтому для России актуально создание национальной системы оценки углерод-поглотительной способности сельскохозяйственных земель [2]. Аграрная специфика Белгородской области предполагает вовлечение в систему мониторинга углеродного баланса агропочв, что должно обеспечить информационную базу для оценки их секвестрационного потенциала (способности накапливать и удерживать углерод). Наряду с агрохимическим обследованием и мониторингом содержания почвенного углерода необходимо контролировать эмиссию CO₂ агропочвами, в условиях применения разных агротехноло-

гий. Для этого разработана сеть экспедиционных пунктов наблюдения за циклом углерода, с модельными участками, представленными основными типами почв Белгородской области, в разных хозяйственных ситуациях. Среди них – залежи на деградированных агропочвах, моделирующие природный тренд гумусонакопления; почвы участков с травопольным севооборотом; почвы с нулевой обработкой; агропочвы с равновесным балансом органического вещества; агропочвы на реперных участках без использования удобрений.

В сеть экспедиционных пунктов региональной сети мониторинга углеродного баланса включены также ренатурационные экосистемы, активно накапливающие углерод в постселитебных (зброшенны поселення) и посттехногенных ландшафтах (зброшенны карьерно-отвальны комплексы).

Мониторинг углеродного баланса зональных ландшафтов, находящихся в стационарном состоянии, будет проводиться на участках федеральных и региональных ООПТ, представленных лугово-степными, широколиственно-лесными, кальцефитными экосистемами, для интразональных – экосистемами низинных болот. Главное требование к этим участкам – удаленность от урбанизированных и промышленных территорий, транспортных магистралей.

Ведение регионального мониторинга углеродного баланса сформирует информационную, а в перспективе – нормативную основу для верификации климатических проектов, реализуемых в регионе, а также позволит разработать научно обоснованную стратегию региона в области углеродного регулирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-17-00169, <https://rscf.ru/project/23-17-00169>

Литература

1. Карбоновые полигоны России: настоящее и будущее. Октябрь 2022 / Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР). – URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/080/oh0yixg1ro9lr0nnmtghn9m5aibq8a98.pdf>
2. Методологические подходы формирования единой Национальной системы мониторинга и учета баланса углерода и выбросов парниковых газов на землях сельскохозяйственного фонда Российской Федерации / А.Л. Иванов, И.Ю. Савин, В.С. Столбовой, Ю.А. Духанин, Д.Н. Козлов // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2021. Вып. 108. С. 175-218. DOI: 10.19047/0136-1694-2021-108-175-218
3. Методы оценки баланса углерода в лесных экосистемах и возможности их использования для расчетов годичного депонирования углерода / Н.В. Малышева, Б.Н. Моисеев, А.Н. Филиппчук, Т.А. Золина // Лесной вестник. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 4-13.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020. – 1000 с.
5. Статистический ежегодник. Белгородская область. 2021 / Т.В. Бондаренко, С.В. Харитонов, Э.Е. Воинова [и др.] : Стат. сб.; Белгородстат. – Белгород, 2021. – 508 с.