

### 0.1. Рудов М.С. Разработка информационного обеспечения карбонового полигона

Выбросы парниковых газов в атмосферу в результате деятельности компаний по добыче полезных ископаемых и жизнедеятельности людей усиливают парниковый эффект, который способствует изменению климата. Углекислый газ, образующийся при сжигании ископаемого топлива, является одним из важнейших факторов изменения климата. Карбоновые полигоны разработаны для того чтобы производить мониторинг парниковых газов для выяснения углеродного баланса лесов, полей, болот и рек. Углеродный баланс очень важен, при недостаточном поглощении углерода в регионе карбонового полигона можно проводить целый ряд действий для его восстановления, таких как: выращивание насаждений, восстановление атропогенно-нарушенных земель, восстановление водно-болотных угодий, восстановление лесов, регенеративное сельское хозяйство и животноводство [3].

В настоящее время наиболее точными являются измерения методом вихревых кварцеваний и измерения с помощью почвенных камер. Однако для измерения суммарного потока парниковых газов целого леса или масштабной территории необходимо пользоваться дистанционными средствами, например сканирующими мультиспектральными камерами на беспилотных летательных аппаратах [2].

Особенностью карбонового полигона является мульти модальность данных. Карбоновый полигон состоит из площадок наблюдений, каждая из которых включает мониторинговые площадки, на которых расположены камеры для мониторинга состояния почвы. Также проводится съёмка с БПЛА для составления ортофотопланов полигона и кампуса, модели рельефа, построения карты вегетационного индекса NDVI для территории кампуса.

Мультимодальные данные — это пространственные данные получаемые от различных источников в рамках карбонового полигона. Такие данные могут включать оцифрованные потоки, изображения, различную текстовую ретроспективную информацию. Для разноплановых данных требуется система, которая бы учитывала эту мультимодальность и преобразовывала данные в удобочитаемый формат для пользователя.

Карбоновый полигон представляет собой цифровой двойник третьего типа (комплексную модель всей системы, которая включает в себя все элементы и процессы, связанные с ее функционированием), поэтому его цель — сбор, хранение и обработка мультимодальных потоков пространственных данных, связанных процессами генерации и поглощений углерода во всех формах. Подход на основе цифрового двойника, позволяет замкнуть обратную связь между источниками информации, расчётными моделями и лицами, принимающими решения.

В качестве базы данных для хранения мультимодальной информации такого плана была выбрана PostgreSQL с расширениями, необходимыми для хранения в нашем варианте [1]: pgvector — для хранения и поиска векторов; PostGIS — для поддержки географических объектов и анализа пространственных данных; PostGIS raster — для работы с растровыми данными.

Для обработки мультимодальной информации будет разработан специальный нейро-советник, на основе больших языковых моделей. Он позволит не только упростить схему обработки информационных потоков, но и будет выполнять роль консультанта, который на основе справочника наилучших доступных технологий предсказывает необходимые технологические решения по секвестрации, хранению и обработке потоков информации. Ядром системы моделирования будет специализированная геоинформационная система (ГИС), которая позволит устанавливать и настраивать различные расчётные модели.

В результате разработано информационное обеспечение карбонового полигона на основе базы данных мультимодальной информации и системы нейро-советника для обработки информации с использованием больших языковых моделей. ГИС сможет помогать лицам, принимающим решения с использованием наилучших доступных технологий.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-17-00148, <https://rscf.ru/project/23-17-00148/>.*

#### Список литературы

- [1] Популярные расширения PostgreSQL. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/791870> (дата обращения 12.09.2024).
- [2] Карбоновые полигоны. [Электронный ресурс]. URL: <https://carbon-polygons.ru/about> (дата обращения 06.09.2023).
- [3] Карбоновые полигоны России: настоящее и будущее. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecoindustry.ru/i/news/59836/doklad.pdf> (дата обращения 06.09.2023).