

УДК 631.4

СОЗДАНИЕ КАРТЫ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА ДЛЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ АГРОХИМСЛУЖБЫ

Коноплина Л.Ю., Мешалкина Ю.Л., Голозубов О.М.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, lidia.konoplina@gmail.com

Почвенное органическое вещество — один из факторов получения высоких урожаев на обрабатываемых землях. Мониторинг динамики содержания гумуса в почве имеют большое практическое значение для сельского хозяйства. Для картографирования содержания гумуса широко используются методы цифровой почвенной картографии, которые позволяют снизить расходы на полевые исследования, а также автоматизировать создание и обновление карт. Цель настоящей работы заключалась в том, чтобы создать картографическую модель для интерполяции значений содержания гумуса в верхнем горизонте пахотных почв Брянской области.

Для моделирования были использованы данные по содержанию гумуса в обрабатываемых землях Брянской области, полученные Агрохимслужбой за 2017-2022 гг. В структуре сельскохозяйственных угодий площадь пашни составляет 1 178 000 га. Площадь обследования Агрохимслужбой за указанный период составила 1 072 836 га. В качестве исходных данных были выбраны центроиды полей, с которых отбирались смешанные образцы. В выборке из 42 032 точек обследования среднее значение содержания гумуса составило 2.0 %, медиана — 1.67 %, стандартное отклонение — 1.68 %. Значения гумуса варьировали от 0 % до 75.5 %. Разрешение карты составило 250 метров.

Работа выполнялась в рамках проекта ФАО по созданию глобальной карты питательных веществ (GSNmap), предложенного в 2022 г. Для создания модели было использовано 70 ковариат, загруженных Глобальным почвенным партнерством на платформу Google Earth Engine в рамках проекта GSNmap. Они включают в себя данные по климату и геоморфологическим характеристикам, взятые из открытых баз данных (CHELSA, OpenLandMap), а также информацию, полученную со спутника MODIS. Для улучшения модели к описанному набору нами были добавлены 4 ковариаты, характеризующие тип почвы, гранулометрический состав и наличие торфяных и высокогумусных почв. Для определения границ почвенных контуров была использована почвенная карта Брянской области масштаба 1:1 500 000, 1976 г. и почвенная карта РСФСР Фридланда масштаба 1:2 500 000, 1988 г. Разделение почв по гранулометрическому составу проводилось с использованием карты Фридланда. Модель была построена в программной среде R версии 4.3.1. Выбор наиболее значимых ковариат проводился с помощью пакета Boruta. Обучение модели — с помощью пакета caret с использованием метода квантильной регрессии случайного леса, реализованного в пакете ranger.

По результатам алгоритма Boruta было установлено, что среди всех ковариат наиболее значимой оказалась та, которая отделяла торфяные и высокогумусные почвы от всех остальных. Среди двух ковариат, характеризующих тип почвы, наиболее значимой была ковариата, основанная на данных карты Фридланда. Модель предсказала значения содержания гумуса в следующем диапазоне: от 0.44 % до 40.66 %, со средним значением 2.07 % и стандартным отклонением 1.45 %. С наименьшей точностью были предсказаны пиксели с контурами торфяных почв, где содержание гумуса было максимальным. Высокая корреляция между предсказанными и наблюдаемыми значениями ($R = 0.97$) подтвердила хорошее качество моделирования. Значение среднеквадратичной ошибки, характеризующее величину отклонения предсказанных значений от наблюдаемых, было небольшим ($RMSE = 0.4$ %), что также говорит о высокой предсказательной способности модели. Коэффициент детерминации ($R^2 = 0.95$) указывает на то, что 95 % дисперсии переменной было объяснено моделью. По результатам оценки точности сделан вывод, что модель, построенная на основе методики ФАО, хорошо объяснила изменчивость в широком диапазоне значений и адекватно описала фактические данные, что свидетельствует о высоком качестве модели и ее способности точно прогнозировать содержание гумуса.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).