

## Использование модели машинного обучения для анализа режима изменения уровня грунтовых вод в районе Сьего-де-Авила, Республика Куба

Научный руководитель – Устюгов Дмитрий Леонидович

Ноа Сегура Э.<sup>1</sup>, Кольцова Д.М.<sup>2</sup>

1 - Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, *E-mail*: noasegura@yandex.ru; 2 - Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, *E-mail*: coltsowa.dasha2013@yandex.ru

Прогнозирование режима подземных вод в водоносных горизонтах имеет жизненно важное значение для устойчивого управления водными ресурсами на Кубе [3, 5]. Это позволяет планировать эксплуатацию водоносных горизонтов и их долгосрочное наличие, однако существуют неопределенности в точности этих прогнозов [4, 7], поэтому целью данной работы является его моделирование с помощью алгоритмов машинного обучения. Особое внимание уделяется его эффективному использованию в последних исследованиях [1, 2], а также учитываются математическо-функциональные зависимости между данными на основе дистанционного зондирования Земли [6] и ежемесячными изменениями уровня грунтовых вод в районе Сьего-де-Авила, Республика Куба (рис. 1) в промежутке с 1984 по 2024 годы. Результаты показывают высокую способность алгоритма (схема рис. 2) прогнозировать изменения режима уровня грунтовых вод (медиана межквартальной процентной ошибки MdAE <10%) с учетом данных на основе дистанционного зондирования Земли.

### Источники и литература

- 1) Faruki Fahim A. K., Kamal A. S. M. M., Shahid S. Modeling spatial groundwater level patterns of Bangladesh using physio-climatic variables and machine learning algorithms // Groundwater for Sustainable Development. 2024. (25). С. 101142. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101142>
- 2) Juckem P. F. [и др.]. Design and calibration of a nitrate decision support tool for groundwater wells in Wisconsin, USA // Environmental Modelling & Software. 2024. (176). С. 105999. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.105999>
- 3) Molerio-Leon L. Evaluación de los recursos hídricos de Cuba (I): aguas subterráneas en el karst de montaña: métodos de cálculo // Gota a Gota. 2023. № 27. С. 69–78
- 4) Molerio-Leon L. F. Reingeniería geológica, hidrológica e hidráulica del cambio climático: situación y perspectivas // Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo. 2022. № 42 (22).
- 5) Molerio-Leon L. F., Sardiñas A. M. Evaluación de los recursos hídricos de Cuba (II): dominio de los acuíferos cársicos, regionalización y recursos potenciales de agua subterránea // Gota a Gota. 2023. № 29. С. 33–46.
- 6) Running S. [и др.]. MODIS/Terra Net Evapotranspiration Gap-Filled 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V061 // 2021. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD16A2GF.061>
- 7) Ustyugov D. L., Noa H. L., Ryakhovsky M. S. Influence of rainfall infiltration on groundwater recharge in hydrogeological region La Yana, Cuba // Gornyi Zhurnal. 2024. № 9. С. 97–102. <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.09.15>

### Иллюстрации

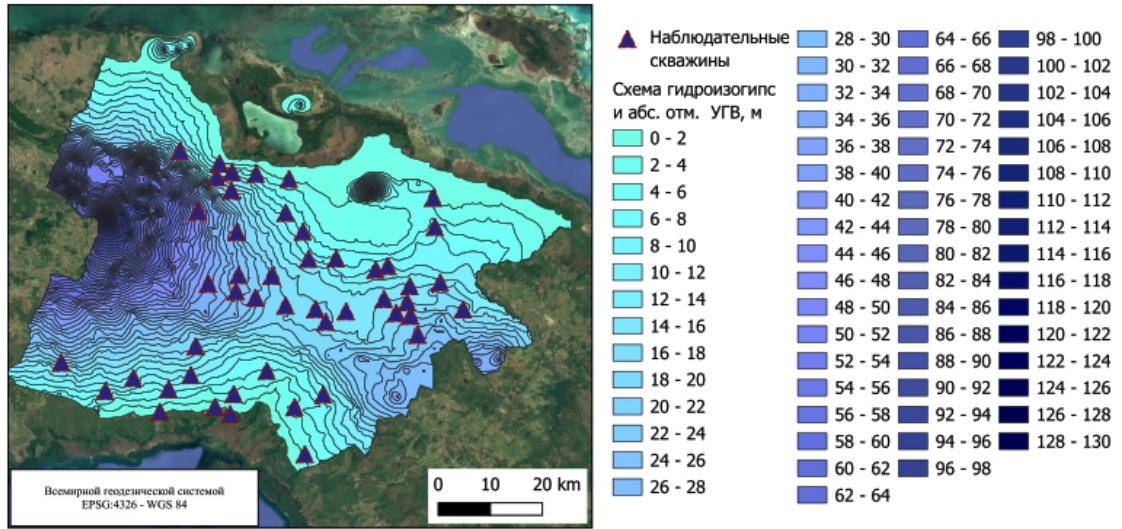


Рис. : 1. Схема гидропсойис и наблюдательных скважин

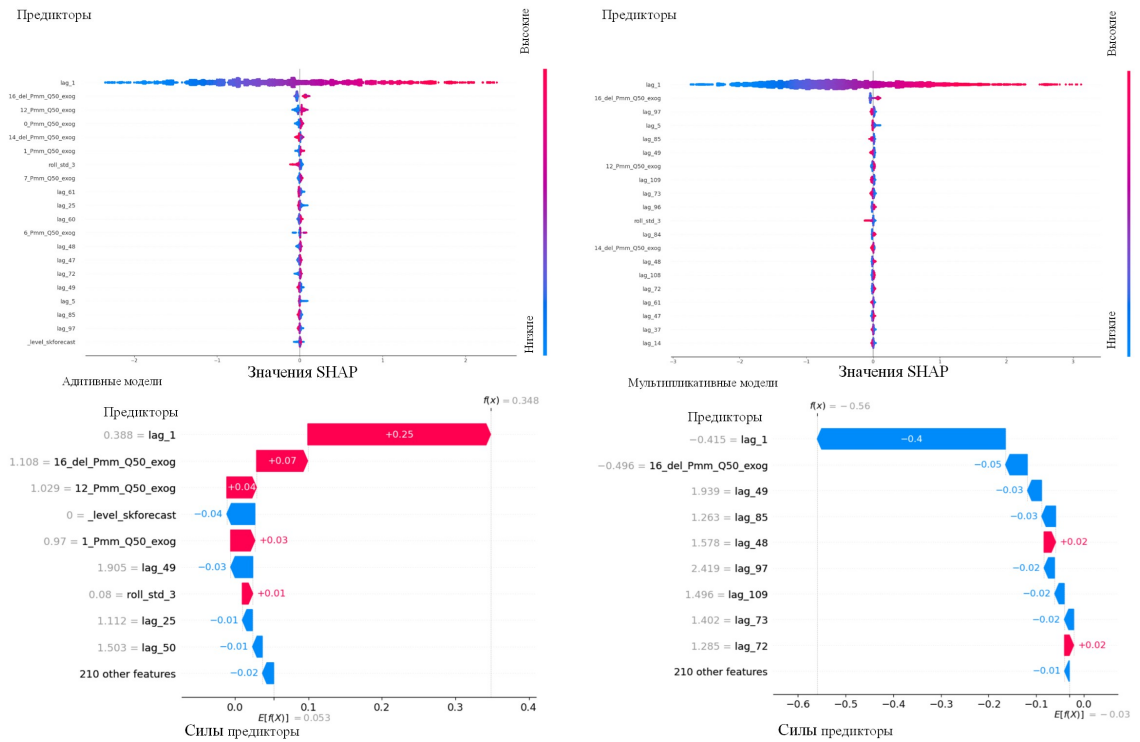


Рис. : 2. Анализ SHAP влияния факторов на прогнозирование