

УДК 543.08

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОПОЛИМЕРНОГО ЦЕМЕНТА

Метельский М. С. (ИТМО), Романов Р. Р. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Носенко Т. Н. (ИТМО)

Введение. В настоящее время бетоны являются одними из наиболее универсальных, прочных и надежных строительных материалов, а также входят в число самых распространенных. Портландцемент - крайне важный и необходимый компонент бетонной смеси, производство которого сопряжено с колоссальными выбросами углекислого газа в окружающую среду, а также с потреблением значительного количества энергии. С развитием новых территорий и их освоением растет спрос на портландцемент, так как он выступает в качестве связующего материала в портландцементном бетоне. При этом стоит помнить о том, что существуют отходы промышленных предприятий, которые также могут быть использованы в качестве альтернатив традиционным материалам, используемым в производстве цемента. Применение такого вторичного сырья приводит к значительному сокращению выбросов парниковых газов, стоимости и потребления природного сырья, связанного с цементом [1,2]. Одним из наиболее перспективным материалов, получаемых таким способом, является геополимерный состав.

Основная часть. Геополимеры – это инновационные материалы, при синтезе которых под действием щелочи образуются соединительные структуры, обладающие повышенной прочностью, поэтому они могут быть использованы в качестве потенциальной альтернативы некоторым традиционным строительным материалам, например, портландцементу. Такие составы в больших количествах содержат кремнезем и глинозем, вступают в реакцию с щелочным раствором и образуют алюмосиликатный гель, который служит связующим материалом для бетона. Геополимеры синтезируются путем реакции поликонденсации прекурсора и щелочных полисиликатов. В последнее время этот материал широко изучается благодаря своим исключительным механическим, химическим и физическим свойствам и потенциально широкому практическому применению в строительстве гражданской инфраструктуры и инкапсуляции отходов [2]. Для того чтобы получить удовлетворительные механические свойства бетона требуется правильный подбор материалов и пропорций, что влечет за собой множество лабораторных экспериментов и в конечном счете увеличивает стоимость конечного продукта. Существующие методы прогнозирования прочности бетона не применяются для геополимерных композиций из-за сложности предсказания качественных зависимостей между различными факторами и прочностью. Новые подходы в машинном обучении, включающие глубокое обучение, могут частично решить возникшие проблемы. До сих пор для прогнозирования прочностных характеристик использовались традиционный метод математического статистического прогнозирования и метод нелинейного прогнозирования. За счет того, что для геополимеров количество влияющих факторов кратно повышается, вышеуказанные способы позволяют получать качественные предсказательные параметры. Регрессионные решения с использованием глубокого обучения постепенно находят применение в задачах прогнозирования, поэтому могут стать потенциально интересными в исследовательском подходе и для геополимерного бетона [3]. Само же машинное обучение представляет собой развивающуюся область искусственного интеллекта, целью которой является воспроизведение человеческого интеллекта путем изучения окружающего мира с выявлением закономерностей. Связь между набором данных и любыми неизвестными закономерностями извлекается с помощью техник машинного обучения [4].

Выводы. Можно отметить, что методы машинного обучения обладают разной степенью эффективности за счет различающихся алгоритмов расчета предсказаний прочностных характеристик. Стандартные методы машинного обучения включают в себя классические алгоритмы, такие как линейная регрессия, «деревья решений» и «случайный лес». Эти методы позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять сложные зависимости между различными параметрами, которые при прямом рассмотрении не оказывают влияние на прочностные характеристики. Несмотря на это, остается много вопросов, которые требуют дальнейшего изучения и использования более продвинутых ансамблевых методов, включающих применение градиентных бустингов.

Список использованных источников:

1. Potential applications of geopolymers in construction: A review / A. L. Almutairi, B. A. Tayeh, A. Adesina, H. F. Isleem, A. M. Zeyad // *Case Studies in Construction Materials*. – 2021. – No. 15. – P. e00733.
2. Živica, V. Geopolymer Cements and Their Properties: A Review / V. Živica, M. T. Palou, M. Križma // *Building Research Journal*. – 2014.- No. 61. – P. 85 – 100.
3. Parhi, S. K. Prediction of compressive strength of geopolymers using a hybrid ensemble of grey wolf optimized machine learning estimators / Parhi S. K., Patro S. K. // *Journal of Building Engineering*. – 2023. – No. 71. – P. 106521.
4. Analyzing the compressive strength of green fly ash based geopolymers using experiment and machine learning approaches / K. T. Nguyen, Q. D. Nguyen, T. A. Le, J. Shin, K. Lee // *Construction and Building Materials*. – 2020. – No. 247. – P. 118581.