

## ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

ГОЛУБОВА О. С.<sup>1</sup>, НГУЕН Т. Т. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>к.э.н., доцент, заведующий кафедрой «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

<sup>2</sup>аспирант кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

*В статье рассмотрены преимущества применения машинного обучения на основе нейросетевых технологии в задачах прогнозирования стоимости жизненного цикла жилых зданий. Выделены основные этапы данной методики для прогнозирования стоимости жизненного цикла жилых зданий Республики Беларусь.*

Ключевые слова: машинное обучение, нейросетевые технологии, жизненный цикл зданий, строительство, стоимость жизненного цикла зданий.

## APPLICATION OF MACHINE LEARNING BASED ON NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE PROBLEM OF FORECASTING THE LIFE CYCLE COST OF REAL ESTATE

HOLUBAVA V.S.<sup>1</sup>, NHUEN T.T.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD in Economics, associate professor, Head of the Department

<sup>2</sup>graduate student of of the Department

Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*The article discusses the advantages of using machine learning on neural network technology in the tasks of predicting the life cycle cost of residential buildings. The main stages of methodology for forecasting life cycle cost of the of residential buildings in the Republic of Belarus are highlighted.*

Key words: machine learning, neural network technologies, life cycle of buildings, construction, life cycle cost of buildings.

## ВВЕДЕНИЕ

Оценки эффективности строительных проектов должны включать не только единовременные затраты (само здание), но и расходы на эксплуатацию. Такой подход в настоящее время актуален для всего мира.

В Европе самой распространенной методикой оценки эффективности строительных проектов является методика LCC (Life Cycle Cost) для зданий, основываясь на соответствующих стандартах ISO [1]. В России наиболее известная методика для оценки жизненного цикла жилого здания является методика, предложенная Национальным объединением проектировщиков России [2].

В существующих на настоящее время методик оценки и прогнозирования стоимость жизненного цикла здания (СЖЦЗ) учитываются только строительные, эксплуатационные, характеристики, но не рассматриваются факторы меняющейся внешней экономической среды, которые так же очень сильно влияют на совокупную стоимость объекта, а также географические

характеристики. Следовательно, в целях получения более точной методики возникает потребность в совершенствовании существующих методических подходов.

Решением является создание комплексной методики оценки и прогнозирования СЖЦЗ с использованием машинного обучения на основе нейросетевых технологии. Алгоритмы нейронных технологии широко применяется в разных областях науки, в том числе в экономике. Применение методов, с использованием машинного обучения на нейросетевых технологии позволяет решить некоторые проблемы экономико-статистического моделирования, что позволяет повысить адекватность математических моделей приблизить их к экономической реальности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Машинное обучение (machine learning) – метод анализа данных, основанное на комплексное применение статистики для поиска закономерностей в данных и создания на их основе нужных прогнозов, где отражается не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач. Обучение с помощью искусственных нейронных сетей является одним из алгоритмов машинного обучения [3].

Рассмотрим некоторые опыты применения машинного обучения на основе нейросетевых технологии для оценки и прогнозирования стоимости жизненного цикла объектов недвижимости.

Авторы Ayedh Alqahtani and Andrew Whyte, (Куртинский университет, Австралия) разработали новую схема оценки стоимости LCC с использованием искусственные нейронные сети для упрощения и улучшения процессов оценки [4].

В работе авторов Mohammed Kishk, Assem Al-Hajj отметили, что расчет стоимости жизненного цикла не полностью укладывается в рамки теории вероятностей и статистики. Очевидным направлением повышения качества LCC как инструмента поддержки принятия решений является использование методов искусственных нейронных сетей и теории нечетких множеств. Эти методы могут моделировать нелинейные характеристики, обобщать и иметь дело с ситуациями, включая неполную информацию, человеческое суждение и неопределенность.

Xinghua Gao, Pardis Pishdad-Bozorgi, Ph.D., Dennis R. Sheldon and Shu Tang (Технологический институт Джорджии, Атланта, Джорджия, США) провели анализ стоимости жизненного цикла образовательных учреждений на основе машинного обучения. Были собраны и проанализированы 121 образовательных учреждений. Исследование модели выявили значимые входные параметры, влияющие на LCC здания [5].

Следует отметить имеющиеся преимущества при оценке стоимости жизненного цикла объектов, которые были отражены в работах вышеупомянутых авторов:

- используются действительно необходимые информации и данные, которые существенно влияет на стоимость жизненного цикла объектов недвижимости. Это снизит стоимость проведения анализа LCC;
- позволяют лицам, принимающим решения, систематически и быстро получать оценки и рекомендации по принятию решений;
- уменьшение субъективных элементов, преобладающие при оценке стоимости жизненного цикла.

Ожидается, что, сделав процесс анализа более объективным, простым и менее дорогостоящим, методика оценки и прогнозирования СЖЦЗ может найти широкое практическое применение в строительной отрасли.

Расчет стоимости жизненного цикла жилого здания осуществляется в четыре этапа. Алгоритм расчета совокупной стоимости жилого здания с применением машинного обучения на основе нейросетевых технологий представлен ниже.

*Первый этап:* сбор исходных данных

- перечень и элементы здания;
- определение продолжительности жизненного цикла для каждого элемента расчета;
- определение количества и периодичность проведения ремонтов и замены оборудования.  
*Второй этап:* расчет единовременных затрат
- единовременные затраты до ввода в эксплуатацию (на приобретение земельных участков, проектирование, на подключение к инженерным сетям; стоимость материалов и оборудования, затраты на строительные-монтажные работы и др.)
- единовременные затраты на снос (утилизация).  
*Третий этап:* расчет периодических расходов (затрат) с применением машинного обучения на нейросетевых технологий в течение планового периода эксплуатации связанных с:
  - расходы на эксплуатацию;
  - расходы текущий ремонт;
  - расходы капитальный ремонт;
  - расходы на содержание имущества.*Четвертый этап:* расчет затрат жизненного цикла путем суммирования результатов второго и третьего этапов.
- сумма произведений количества периодов в течение планового срока эксплуатации и дисконтированных периодических затрат по каждому виду за плановый период.

## ВЫВОДЫ

Как мы видим, последние исследования в области использования машинного обучения на основе нейросетевых технологий в рамках оценки жизненного цикла здания определили, что система является надежной и представляет ценность для заинтересованных лиц в строительной сфере. В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что методики оценки стоимости жизненного цикла зданий с применением машинного обучения на основе нейросетевых технологий на этапе проектирования имеет большую значимость и потенциал в строительной сфере Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: a common methodology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/5054/attachments/1/translations/en/renditions/native>. – Дата доступа: 19.11.2021;
2. Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат: решение Совета Национального объединения проектировщиков 04.06.2014 № 59 Электронный ресурс. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200112398> Дата доступа: 12.11.2020.

## REFERENCES

1. Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: a common methodology [Electronic resource]. – Access mode :<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/5054/attachments/1/translations/en/renditions/native>. – Date of access: 19.11.2021;  
Methodology for calculating the life cycle of a residential building, taking into account total costs: decision of the Council of the National Association of Designers 06/04/2014 № 59 [Electronic resource]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200112398> – Date of access: 19.11.2021