

Дордюк Ю.С., к.т.н., доцент, Яловая Н.П., к.т.н., доцент  
УО «Брестский государственный технический университет»  
г. Брест, Республика Беларусь  
jul4onka@mail.ru

## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ТЕОРИЯ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Сегодня стратегия устойчивого развития в строительстве предусматривает возможность реконструкции и применения по другому назначению существующих зданий и сооружений взамен строительства новых, требующих дополнительного применения строительных материалов, а следовательно, добычи и переработки сырьевых ресурсов.

Для получения объективных оценок степени повреждения строительных конструкций рассмотрен современный инструмент, опирающийся на элементы теории нечетких множеств. Практическое применение теории нечетких множеств при оценивании строительных конструкций непрерывно растет, о чем свидетельствуют как отечественные публикации, так и зарубежные.

Японскими учеными [1] представлена модель оценки железобетонных мостов в г. Тайбэе. Оценивание повреждений проводилось с использованием двухслойного нечеткого синтеза, а полученные результаты являлись основой для дальнейших работ по ремонту и усилению существующих железобетонных конструкций мостов.

В работе [2] итальянскими учеными представлен пример применения теории нечетких множеств с использованием пакета *Fuzzy Toolbox* в рамках среды *MATLAB* к оцениванию технического состояния строительных конструкций. Были выделены следующие рабочие фазы, для которых была определена логическая и временная последовательность отдельных операций:

1. Предварительное обследование (*фаза А*). В этой фазе, которая основана на визуальной оценке и на базовых испытаниях материалов, можно обнаружить серьезные повреждения, приводящие к прогнозируемому разрушению, и выполнить мероприятия, требующие быстрых решений о дальнейшем детальном обследовании. Также может быть и другой вариант, когда повреждения и дефекты незначительны, и дальнейшее детальное обследование не требуется.

2. Детальное обследование (*фаза Б*). В большинстве случаев, предварительное обследование должно быть дополнено и завершено более подробными данными, необходимыми для выполнения оценки технического состояния конструкций. Эта фаза требует более обширных исследований и основана на лабораторных и экспериментальных проверках характеристик свойств материалов и конструкций (с применением как разрушающих, так и неразрушающих методов диагностики).

3. Обработка данных измерений и заключение о состоянии. После завершения всех операций собранные данные должны быть обработаны, чтобы дать заключение об уровне безопасности здания и степени повреждения. При необходимости, могут быть выделены мероприятия по восстановлению, направленные на обеспечение предъявляемым требованиям безопасности.

Первый шаг в предварительном обследовании (*фаза А*) представлен поиском и описанием всех имеющихся документов здания, сбором всех количественных данных, а также качественных и субъективных суждений. Уровень неопределенности, связанный с этой фазой очень высок: в действительности документация часто является неполной или полностью отсутствует; некоторые данные могут быть получены из устных бесед; исторические данные могут описываться ответственным исполнителем, который затем переводит их либо в балльную, либо в лингвистическую оценку.

Углубленное исследование для *фазы В* является более продолжительным, включает детальное обследование, инструментальные испытания (лабораторные испытания материалов, включая разрушающие; прямые испытания нагружением отдельных конструктивных элементов и системы в целом). Финальная диагностика после оценивания всех типов конструкций на отдельном этаже, а далее – всего здания является заключительным этапом оценки технического состояния.

Таким образом, обобщая рассмотренные работы, можно сделать вывод, что для определения достоверной картины технического состояния конструкции, а также для реализации стратегии устойчивого развития, применение подхода нечеткой логики является современной и актуальной задачей.

Работа выполнена в рамках гранта БРФФИ T23M-016 «Разработать и экспериментально апробировать методику предварительной оценки технического состояния существующих железобетонных конструкций, основанную на применении положений нечеткой логики».

### **Список использованных источников**

1. Liang, M. T. Applying fuzzy mathematics to evaluating the membership of existing reinforced concrete bridges in Taipei / M. T. Liang, J. H. Wu, C. H. Liang // Journal of Marine Science and Technology. – 2000. – Vol. 8, № 1. – P. 16–29.
2. Mezzina, M. Decisional trees and fuzzy logic in the structural safety assessment of damaged R.C. buildings / M. Mezzina, G. Uva, R. Greco // 13<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, 1–6 August 2004. – Vancouver, 2004. – P. 149–159.

**Мерзлова О. А.**, к. с.-х. н.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

г. Горки, Республика Беларусь

O-Merzlova@yandex.ru

### **БЕЛАРУСЬ НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ**

Устойчивое развитие человечества предполагает экономический рост, направленный на решение социальных проблем и с минимальным уроном для окружающей среды. Тем не менее за прошедшее столетие и особенно последние 50 лет ресурсоемкие и техногенные экономики привели к диспропорциям в экономическом развитии различных частей планеты и привнесли существенные негативные эффекты в среду обитания человека. Для преодоления этих процессов в 2015 году Генеральной Ассамблеей ООН принята Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (Повестка-2030).