

УДК 510.64:624.012.3
ГРНТИ 67.01.11
ВАК 2.1.1

Апробирование теории нечеткой логики при обследовании реальных строительных объектов

Юлия Сергеевна Дордюк

Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь
jul4onka@mail.ru

В настоящее время одной из наиболее актуальных градостроительных проблем является качество строительства, определяющее срок службы зданий. Присвоение строительной конструкции той или иной категории при предварительном осмотре по выявленным дефектам и повреждениям носит достаточно субъективный характер и требует для обследования огромного опыта у эксперта.

Один из современных подходов, используемых в различных задачах принятия решений в условиях неопределенности, основан на применении инструментария теории нечетких множеств Л.А. Заде [1]. Для проведения научных исследований была использована система нечеткого вывода в рамках среды MatLab со встроенным пакетом Fuzzy Logic Toolbox [2].

На основании положений нечеткой логики разработана методика количественной оценки технического состояния конструкции, базирующаяся на использовании нечеткой продукционной модели, разделенной на этапы с соответствующими входными и выходными лингвистическими переменными. Для реализации процесса были приняты треугольная и трапециевидная функции принадлежности для нечетких множеств, а полученные зависимости легли в основу разработки базы данных, которая состоит из 98 нечетких правил [3].

На основании принятых параметров состояния конструкции, таких как внешний вид бетона, наличие и ширина раскрытия продольных коррозионных трещин в защитном слое; наличие и ширина раскрытия трещин нормального отрыва; степень коррозионного повреждения арматуры; относительные прогибы и установленных диапазонов изменения их соответствующих граничных значений, предложена оригинальная форма диагностической карты для ввода исходных данных по результатам обследования реальных объектов. Данная диагностическая карта состоит из двух основных этапов «Визуальная инспекция» и «Базовые испытания», по результатам оценивания которых определяется уровень повреждения конструкции. Полученные уровни повреждения конструкции с учетом наличия или отсутствия проектной документации определяют класс повреждения конструкции [4].

Проведено оценивание технического состояния конструкции по характерным дефектам для реальных строительных конструкций в здании котельной в д. Радваничи Брестского района. В ходе обследования плит покрытия выявлены следующие дефекты:

а) балки покрытия: некачественное уплотнение бетона в ребрах и полках балок покрытия допущенное при их изготовлении в заводских условиях; сколы бетона по граням на глубину менее толщины защитного слоя бетона.

б) ребристые железобетонные плиты покрытия: в плитах покрытия прогибы величиной до 6 см; в продольных ребрах плит покрытия образование трещин

нормальных к продольной оси плит покрытия в средней зоне шириной раскрытия до 1 мм, протяженностью распространения 20 % от длины пролета; коррозионные трещины в продольных ребрах плиты покрытия шириной раскрытия 1,2 мм, протяженностью распространения более 50 % от длины пролета; коррозия арматуры в полках плит покрытия с отслоением защитного слоя бетона; оголение и коррозия рабочей арматуры в продольных ребрах плит покрытия со значительным уменьшением сечения рабочей арматуры.

С использованием описанной методики и по результатам обследования:

класс повреждения балок покрытия – 1 (работоспособное состояние) – повреждения и дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта в соответствии с рекомендациями, представленными в техническом заключении. Ограничений по эксплуатации нет;

класс повреждения плит покрытия – 3 (неработоспособное состояние) – необходимо срочное усиление или замена конструкций (уточняется при детальном обследовании), ограждение опасной зоны, ограничение нагрузок, устройство временных креплений.

Сравнение результатов, полученных с помощью методики, с данными, приведенными в отчетах о техническом состоянии строительных конструкций, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение результатов

Конструктивный элемент	Результаты, полученные с использование методики	Результаты, приведенные в отчетах об обследовании
Балки покрытия	1 класс – работоспособное состояние	II категория – удовлетворительное состояние
Плиты покрытия	3 класс – неработоспособное состояние	V категория – предельное (предаварийное) состояние

Таким образом, предложенная система нечеткого вывода на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде MatLab позволила быстро и достоверно определить класс технического состояния конструкции, что было подтверждено в оценивании реальных строительных конструкций.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант № T23M-016).

Список источников:

1. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С.Д. Штовба. – Винница: Винницкий гос. техн. универ., 2001. – 198 с.
2. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
3. Tur, V.V. Application of quantitative assessment based on fuzzy logic rules to the technical condition of existing structures / V.V. Tur, Y.S. Dardziuk // Vestnik of Brest State Technical University. – Brest: BrSTU, 2023. – № 3 (132). – P. 27–34.
4. Тур, В.В. Диагностическая карта входных параметров при оценке технического состояния конструкций, основанной на применении инструментов нечеткой логики / В.В. Тур, Ю.С. Дордюк // Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров: сборник научных статей XXII Международного научно-методического семинара, Брест, 29–30 сентября 2022 г. / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет ; редкол.: С. М. Семенюк [и др.]. – Брест: БрГТУ, 2022. – С.233–241.