

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛАССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ В СРЕДЕ MATLAB

Яловая Ю.С.

DOI: 10.12737/15172

**Аннотация.** Представлено моделирование классов технического состояния строительной конструкции с использованием теории нечетких множеств на основе 6-ти имеющихся факторов, на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab.

**Ключевые слова:** модель, класс, оценка, дефект, теория нечетких множеств, техническое состояние, обследование.

В связи с большой трудоемкостью и длительностью проведения во времени инструментального метода оценки технического состояния зданий и сооружений применяется визуальное обследование строительных конструкций. При этом наиболее сложной становится задача определения категорий технического состояния железобетонных конструкций, так как достаточно нелегко дать оценку некоторой конструкции при визуальном осмотре: необходимо правильно и точно определить факторы, влияющие на техническое состояние конструкции и позволяющие определить ее класс. Таким образом, появляется задача оценки и отнесения к классу технического состояния конструкцию в условиях неопределенности.

Одним из современных подходов, используемых в задачах принятия решений в условиях неопределенности, является подход, основанный на применении инструментария теории нечетких множеств, основоположником которой является Лотфи Заде (1965 г.). Применение теории нечетких множеств и её приложений позволяет строить формальные схемы решения задач, характеризующиеся той или иной степенью неопределенности, которая может быть обусловлена неполнотой, внутренней противоречивостью, неоднозначностью и размытостью исходных данных, представляющих собой приближенные количественные или качественные оценки параметров объектов. Эта неопределенность является систематической, так как обусловлена сложностью задач, дефицитом информации, лимитом времени на принятие

решений, особенностями восприятия и т.п. [1].

Для оценки качества и технического состояния железобетонной конструкции нами была разработана нечеткая модель с помощью системы нечеткого вывода и графических средств пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab, зависящая от 6-ти факторов:

1) повреждения бетона, снижающие защитные свойства по отношению к арматуре (карбонизация) (интенсивность – глубина, мм);

2) образование продольных трещин в защитном слое бетона вдоль сжатых стержней, отслоение защитного слоя (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

3) образование продольных трещин в защитном слое бетона вдоль растянутых стержней, отслоение защитного слоя (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

4) коррозия арматуры (интенсивность – глубина коррозии, мм);

5) образование нормальных, наклонных трещин (интенсивность – ширина раскрытия трещины, мм);

6) прогибы, перемещения (интенсивность, мм).

В качестве входных параметров системы нечеткого вывода рассматривались 6 нечетких лингвистических переменных: «карбонизация», «трещины [сж]», «трещины [раст]», «коррозия», «трещины [норм, накл]» и «прогибы, перемещения», а в качестве выходных параметров – нечеткая лингвистическая переменная «класс».

Для каждого терма нами были определены типы функций принадлежности, таким образом, чтобы при пересечении двух функций они пересекались в точке 0,5 по оси ординат, но и соответствовали границам по оси абсцисс.

После задания 26 правил нечеткого вывода выдавался результат нечеткого вывода для конкретных значений входных переменных.

В зависимости от имеющихся повреждений, техническое состояние конструкции может быть классифицировано по 6-ти классам:

класс 1 – «очень хорошее состояние» – дефекты устраняются в процессе

технического обслуживания и текущего ремонта;

класс 2 – «хорошее состояние» – необходимы регулярное обслуживание и ремонтные работы;

класс 3 – «удовлетворительное состояние» – интенсифицированное обслуживание, ремонтные работы необходимы в течение каждые 6 лет;

класс 4 – «вполне удовлетворительное состояние» – ремонтные работы необходимы каждые 3 года;

класс 5 – «неадекватное состояние» – требуется немедленное изменение плана эксплуатации и ремонт;

класс 6 – «критическое состояние» – необходимо срочное ограничение нагрузок, затем капитальный ремонт, усиление или замена элементов [2].

Используя разработанную методику, нами было проведено оценивание технического состояния конструкции по характерным дефектам для реальных строительных конструкций: покрытия гальванического цеха ОАО «Гомельский радиозавод» и были выявлены следующие дефекты и повреждения:

- ширина раскрытия продольных трещин по рёбрам – 3-5 мм;
- остаточный диаметр стержней вследствие коррозии – 22-23 мм (плиты армированы стержневой арматурой диаметром 25 мм). Следовательно, глубина коррозионного повреждения составляет 2-3 мм.

По результатам обследования с помощью полученной конечной функции принадлежности при глубине карбонизации  $>30$  мм, ширине раскрытия продольных трещин в защитном слое бетона вдоль сжатых стержней  $>1$  мм, ширине раскрытия продольных трещин в защитном слое бетона вдоль растянутых стержней  $>1$  мм, глубине коррозии арматуры  $>1$  мм, ширине раскрытия нормальных, наклонных трещин 0,4 мм, прогибе  $1/200$  (0,005) пролета имеем класс 5,14. Используя правила округления, получаем 5 класс технического состояния. Это означает, что покрытия цеха с данными значениями факторов имеют неадекватное состояние, требуется немедленное изменение плана эксплуатации и ремонт.

Таким образом, разработанная нами модель позволила определить класс технического состояния конструкции на основе 6-ти вышеперечисленных

факторов на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в среде MatLab, что было подтверждено в оценивании реальных строительных конструкций.

### Список литературы

1. Яловая, Ю.С. Оценивание технического состояния конструкции по результатам натурных наблюдений с использованием теории размытых множеств / Ю.С. Яловая // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Строительство и архитектура. – 2013. – № 1 (79). – С. 45–48.

2. Рекомендации по оценке надежности железобетонных конструкций эксплуатируемых и реконструируемых зданий и сооружений: Р 1.03.0.42.07. – Брест: БрГТУ, 2007. – 60 с.

*Яловая Юлия Сергеевна*, аспирант кафедры «Технологии бетона и строительных материалов» Брестского государственного технического университета, г. Брест, Республика Беларусь

*Научный руководитель – Тур Виктор Владимирович*, доктор технич. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии бетона и строительных материалов» Брестского государственного технического университета, г. Брест, Республика Беларусь

УДК 004.942

## ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Яшин Д.С.

DOI: 10.12737/15173

**Аннотация.** Предложена структура блока управления программно-аппаратной системы контроля и диагностики компонентов и систем бортовой радиоэлектронной аппаратуры, позволяющая вводить испытательный вибрационный сигнал с учетом разности фаз движения точек крепления исследуемого объекта.

**Ключевые слова:** система, структура, смещение фазы, блок управления,