

Категория 2 – ограниченное работоспособное состояние – опасность обрушения отсутствует. Необходимо соблюдение всех эксплуатационных требований. Возможны ограничения некоторых параметров эксплуатации. Требуется ремонт.

Категория 3 – неработоспособное состояние – необходимо срочное ограничение нагрузок. Требуется капитальный ремонт, усиление или замена элементов.

Разработанная экспертная система нечеткого вывода позволяет определить категорию технического состояния строительной конструкции на основе 3-х имеющихся факторов – прогиба, ширины раскрытия трещин и уровня коррозионного повреждения арматуры, выраженного потерей площади сечения стержня, на базе пакета Fuzzy Logic Toolbox в рамках среды MatLab [1].

Список цитированных источников

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. – 2013. – № 1 (79): Строительство и архитектура. – 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.

УДК 691:620.19:(083.7)

Яловая Ю.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Тур В.В.

ОБЗОР РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ ОЦЕНКИ ДЕФЕКТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ СТРАН СНГ И ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

Качество строительства, определяющее срок службы зданий и сооружений, является одной из актуальных градостроительных проблем. Строительные конструкции зданий и сооружений со значительным сроком службы имеют, как правило, те или иные повреждения, выявление которых осуществляется при плановых и внеплановых обследованиях технического состояния конструкций. Правильное определение дефектов строительных конструкций и прогноз тенденций их изменения необходимы для принятия оптимальных решений по эксплуатационным воздействиям для поддержания работоспособного состояния зданий и сооружений.

Используемые в настоящее время методы оценивания технического состояния зданий и сооружений базируются в основном на инструментальных исследованиях и рассчитаны на проведение больших организационных мероприятий, поэтому требуют привлечения значительных трудовых и денежных ресурсов. Кроме того, современные здания и сооружения характеризуются наличием элементов и конструкций, точную информацию о которых невозможно получить в реальный отрезок времени из-за необходимости проведения дорогостоящих инструментальных исследований. В соответствии с действующими нормами обследование технического состояния принято разделять на визуальное (начальное) и детальное (инструментальное) обследование. Наиболее сложная оценка относится к визуальному обследованию.

В Республике Беларусь конструкции по техническому состоянию относят к следующим категориям [1]:

I – исправное (хорошее) состояние – малозначительные дефекты устраняются в процессе технического обслуживания;

II – неисправное (удовлетворительное) состояние – дефекты устраняются в процессе технического обслуживания и текущего ремонта;

III – ограниченно работоспособное (не вполне удовлетворительное) состояние – опасность обрушения отсутствует. Необходимо соблюдение всех эксплуатационных

требований. Возможны ограничения некоторых параметров эксплуатации. Требуется ремонт;

IV – неработоспособное (неудовлетворительное) состояние – необходимо срочное ограничение нагрузок. Требуется капитальный ремонт, усиление или замена элементов или конструкций (уточняется расчетом);

V – предельное (предаварийное) состояние – требуется вывод людей из опасной зоны, срочная разгрузка конструкций и (или) устройство временных креплений с последующей разборкой и заменой конструкций.

В зависимости от класса дефектов, степени их распространения, а также от назначенной степени ответственности участка (элемента конструкции или системы), в котором обнаружены данные дефекты, определяют категорию технического состояния конструкции в соответствии с таблицей 1.

Для отнесения конструкции к конкретной категории технического состояния необходимо наличие указанного в таблице 1 сочетания параметров дефектов в любом из элементов (участков) конструкции определенной степени ответственности.

Таблица 1 – Определение категории технического состояния

Степень распространения дефектов	Категория технического состояния конструкций при различных классах дефектов		
	Критические (1 класс)	Значительные (2 класс)	Малозначительные (3 класс)
Массовые	$\frac{V}{IV, V}$	$\frac{IV, V}{III}$	$\frac{III}{II, III}$
Многочисленные	$\frac{V}{IV}$	$\frac{IV}{II, III}$	$\frac{III}{II}$
Единичные	$\frac{IV, V}{III, IV}$	$\frac{III}{II}$	$\frac{II}{I}$

Примечание. В числителе приведены категории для элементов первой степени ответственности, в знаменателе – второй степени ответственности.

В проекте [2] представлена оценка фактического состояния существующих мостов, осуществляемая в некоторых европейских странах, партнерах данного проекта.

Основная цель оценки состояния мостовых конструкций заключается в обнаружении повреждений уже на начальном этапе, проведение обследований и определении причин повреждений. Методики оценки состояния мостовых конструкций, необходимые для обследования и контролирования их состояния, были разработаны во многих странах. Они отличаются друг от друга в некоторых аспектах, а также в способах выражения итогового рейтинга. В некоторых странах такие методики используются уже в течение длительного времени, в других методиках используется опыт прошлых лет, а другие страны разрабатывают новые или изменяют старые методики. Обзор методик оценки состояния и классификации дефектов производится на основе имеющихся публикаций, трудов и официальных документов стран, а также из личного опыта некоторых участников BRIME проекта [2].

Датское управление дорожной службы использует для управления мостовыми опорами на магистралях и автострадах базу данных DANBRO. Целью этой системы является содействие действиям работников в поддержании мостовых опор в надлежащем состоянии с минимальными затратами. Одним из основных направлений деятельности является получение данных о состоянии мостовых опор в результате различных осмотров.

Для 15-ти стандартных компонентов мостовой конструкции дается оценка их состояния, один из которых относится к общему состоянию моста. Для каждого компонента должен быть назначен тип повреждения. Степень повреждения оценивается на месте, если возможно, с помощью геометрических приборов из инвентаря. Состояние оценива-

ется с помощью числовых значений по рейтингу, которые описывают состояние каждого обследуемого компонента мостовой конструкции. В табл. 2 приводится описание рейтинга.

Таблица 2 – Определение рейтинга

Категория	Определение повреждения
0	Нет или незначительные повреждения
1	Небольшие повреждения, но не нуждающиеся в восстановлении, кроме ухода
2	Некоторые повреждения, ремонт необходим, когда это будет удобно. Компоненты по-прежнему функционируют, как первоначально запроктировано
3	Значительный ущерб, ремонт необходим очень скоро
4	Серьезные повреждения, ремонт необходим сразу
5	Максимальные повреждения, полный отказ или риск полного разрушения компонента

Предполагается, что инспекторы должны оценить степень износа, а также решить, какие части моста нуждаются в подробном обследовании. Для каждого компонента предоставляются: типичные виды повреждений, описание каждого конкретного типа повреждений в случае, если значение рейтинга равно трём, а также описание незначительного ухода и стандартных ремонтных работ для некоторых типов повреждений. Когда значение рейтинга «3» и более – ремонтные работы должны регистрироваться. Для стандартных повреждений существует список стандартных ремонтных работ.

После оценки состояния всех компонентов, оценивается состояние всего моста на основе полученных значений. Высокое (самое неблагоприятное) значение рейтинга одного из компонентов не всегда определяет значение рейтинга всей конструкции. Окончательная оценка конструкции должна установить поврежденные компоненты, тип и степень повреждений, предполагаемое развитие повреждений и их влияние на транспортный поток и безопасность. Общее правило заключается в том, что значение рейтинга всего моста не может быть выше значения рейтинга одного из наиболее поврежденных компонентов и не может быть ниже значения рейтинга основных компонентов, таких как опоры, колонны, шарниры, панели и балки.

Оценка состояния моста производится либо на основе отчета, описывающего подробное обследование, проводимое инспектором с периодичностью один раз в год, либо на основе визуального обследования IQOA. Метод IQOA был разработан для получения специальной оценки различных частей моста. Выделяют три основные части моста: опалка, колонны и шарниры, пролетное строение.

В ходе обследования частей моста каждому обнаруженному дефекту присваивается рейтинговое значение. Встречаемые дефекты описаны в каталоге дефектов различных типов мостовых конструкций. Дефекты пронумерованы и изображены графически. Каждый дефект описывается и классифицируется по причинам, происхождению и интенсивности. В таблице 3 представлены основные виды дефектов и повреждений.

Значение рейтинга соответствует определенному классу. В таблице 4 представлена классификация значений рейтинга по методу IQOA. Если у объекта выявлены конструкционные дефекты или недостатки, создающие угрозу безопасности эксплуатации и требующие немедленного восстановления сооружения, мосту присваивается «S» рейтинг в дополнение к одному из пяти классов, представленных в таблице 4.

На основе проанализированных требований нормативно-технических документов по оцениванию технического состояния строительных конструкций установлено, что в Республике Беларусь разработанные рейтинговые оценки позволяют с помощью визуального осмотра конструкций оценить техническое состояние зданий и сооружений. Однако приведенная рейтинговая система оценки дефектов строительных конструкций разрозненна, не имеет конкретных количественных критериев оценки, что не позволяет эффективно оценить качество строительных работ, безопасность эксплуатируемых элементов зданий и сооружений. Присвоение строительной конструкции той или иной кате-

гории по выявленным дефектам и повреждениям носит в таком случае достаточно субъективный характер и требует для обследования огромного опыта у эксперта.

Таблица 3 – Основные виды дефектов и повреждений

№ п/п	Описание дефектов и повреждений
1	Местоположение, движение (направление)
2	Выветривание, эрозивное действие воды
3	Повреждения покрытий (следы колес; трещины; ширина трещин меньше или равна 2 мм или больше 2 мм; прямой продольный элемент конструкции: ниже или выше 5 мм вокруг деформационного шва и ниже или выше 2 см опоры, прилегающей к мосту; дефекты поверхности: набухание, ослабление структуры вяжущих веществ, наличие воды, разрушение материала и т.д.)
4	Чрезмерные деформации надземной части моста
5	Трещины различного типа, вызванные наличием воды или выветривания, ширина трещин меньше либо равна 0,3 мм и больше чем 0,3 мм; трещины, вызванные возможными причинами, местоположение и направление
6	Деградация бетонной структуры, вызванная коррозией арматуры (расщепление, отслаивание) без или с существенной потерей прочности армирования
7	Увлажнение поверхности бетона, просачивание воды
8	Шарниры (чрезвычайная деформация, повреждения защиты от коррозии)
9	Повреждения деформационных швов (выравнивание, деформация контактных поверхностей, облоочки)
10	Дренажные системы: механические повреждения, неправильная обработка дренажной системы и т.д.
11	Дефекты барьеров безопасности (выравнивание, крепление, защитное покрытие и т.д.)

Таблица 4 – Классификация значений рейтинга по методу IQOA

Значен. класса	Определение
1	Мост находится в хорошем внешнем состоянии, требуется только плановое техническое обслуживание, которое определено в Инструкции по обследованию и обслуживанию моста (ITSEOA)
2 2E	Мост находится в хорошем внешнем структурном состоянии или с незначительными дефектами, которые требуют специализированного обслуживания. – Несрочные дефекты – Срочные дефекты, необходимые для предотвращения быстрого развития конструктивных недостатков. Срочность, которая приводит к классу 2E, следует оценивать с учетом дефектов, развитие которых может привести в течение короткого промежутка времени к классу 3 из-за появления крупных дефектов в структуре сооружения
3 3U	Конструктивные дефекты моста, которые требуют ремонтных работ. – Несрочные дефекты – Срочные, т.к. несущая способность моста либо уже не отвечает требованиям, либо станет в ближайшем будущем в результате быстрого развития недостатка
NE	Нет оценки

В странах Западной Европы представленные рейтинговые системы облегчают эксперту проведение оценки различных элементов конструкции. Для этого создаются специальные каталоги дефектов с их описанием, классификацией дефектов по причинам, происхождению и интенсивности.

Таким образом, для решения задач по определению достоверной картины технического состояния конструкции, а также для приведения в современный вид системы ее оценки необходимо создание своей экспертной системы определения категории технического состояния конструкции.

Список цитированных источников

1. Обследование строительных конструкций. Порядок проведения: ТКП 45-1.04-37-2008(02250). – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 43 с.

2. Brime PL97-2220. Review of current practice for assessment of structural condition and classification of defects // Program 4th framework program. – 1999. – 58 p.