

УДК 69.059.4;624.046.2

Шмелев Г.Д., Головина Н.В.

**МЕТОД ИНТЕРВАЛЬНОГО ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С
ЭКСТРАПОЛЯЦИЕЙ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПОВРЕЖДЕННОСТИ, ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА И СНИЖЕНИЯ
НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ**

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, 394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84*

UDC 69.059.4;624.046.2

Shmelev G.D., Golovina N.V

**METHOD OF INTERVAL EXPERT FORECAST OF RESIDUAL
RESOURCES OF CITY CONSTRUCTION BY EXTRAPOLATING OF
CONTROLLED PARAMETERS OF DAMAGE, PHYSICAL
DETERIORATION AND REDUCTION OF CARRYING CAPACITY**

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, 394006, Voronezh, 20 years of October street, 84*

Аннотация: В работе рассматривается метод интервального экспертного прогнозирования остаточного ресурса. Наиболее применим в условиях ограниченной статистической информации.

Ключевые слова: надежность, экспертные методы, поврежденность, остаточный ресурс, физический износ, несущая способность.

Abstract. This paper considers method of interval expert forecasting residual resource. Most applicable in limited statistical information.

Key words: reliability, expert methods, damage, residual life, physical deterioration, carrying capacity.

Прогнозирование – это вероятностное предвидение будущего. Здесь очень

важно осознавать, что в любом прогнозе есть вероятность ошибки. Одним из методов прогнозирования [1], получившим в последнее время широкое применение на практике, является интервальное прогнозирование. Именно интервальное прогнозирование в большей мере отвечает понятию прогнозирования, так как изначально предполагает вероятность ошибки. Однако, именно метод интервального прогнозирования в условиях ограниченной статистической информации, при решении задач с высоким уровнем неопределённости, позволяет снизить уровень неопределенности и спрогнозировать интервал значений контролируемого параметра, в котором, по мнению эксперта, и будет находиться прогнозируемое значение искомых параметров.

При интервальной оценке прогноза вначале обычно рассчитывается наиболее вероятное прогнозное значение, затем величина возможного отклонения от прогноза. Расчет возможного отклонения (интервала) может рассчитываться по-разному, в зависимости от предпочтений и возможностей эксперта.

При использовании метода интервального прогнозирования на основании полученных в ходе исследования объекта данных эксперт должен определить реально возможный диапазон - полный интервал реально возможных значений, в котором с максимальной вероятностью окажется, по мнению эксперта, соответствующая характеристика (контролируемый параметр).

Для прогнозирования остаточного ресурса строительных конструкций зданий и сооружений в условиях ограниченной статистической информации, полученной на основании единичного осмотра объекта, предлагается применять метод интервального экспертного прогнозирования, с экстраполяцией значений интервала контролируемых параметров поврежденности, физического износа и несущей способности, полученных по результатам первичного осмотра на период времени не превышающий период предыстории.[5]. Перед экспертом в данном случае ставятся следующие задачи:

—определение реально возможного диапазона значений контролируемой и

прогнозируемой величины, а именно – остаточного ресурса и надежности строительных конструкций зданий и сооружений, в котором, по мнению эксперта, должно находиться значение остаточного ресурса и надежности строительных конструкций;

–выбор вида распределения вероятностей реализации в пределах этого диапазона;

–выбор уровня надежности прогноза (вероятности его реализации).

Применение метода экстраполяции при прогнозировании остаточного ресурса и надежности строительных конструкций зданий и сооружений применяется на том основании, что строительные конструкции на всем периоде эксплуатации, в том числе и при проведении предупредительных мероприятий по текущему и капитальному ремонту, проходят все категории технического состояния от исправного до аварийного. Изменение категорий технического состояния основывается на том, что с течением времени эксплуатации строительные конструкции под действием различных факторов: ошибок, допущенных при строительстве; ошибок, допущенных при проектировании; воздействии природно-климатических и эксплуатационных факторов; развитии процессов старения и износа строительных материалов; влияния человеческого фактора; накапливают повреждения, которые в последствие без проведения предупреждающих мероприятий приводят к отказу конструкций. Подтверждение данного факта мы находим в литературе по строительству [2 - 4]. Зависимость категории технического состояния строительных конструкций от контролируемых параметров физического износа, поврежденности и несущей способности, определенных по результатам осмотра определена в таблицах 1 – 3, из [7 - 9].

Таблица 1

Степень повреждения, снижения несущей способности, категории технического состояния стальных конструкций и характеризующие их признаки [9]

Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
0 - 5	Видимые повреждения конструктивных элементов, антикоррозионные, лакокрасочные и огнезащитные покрытия отсутствуют. Прогибы не превышают предельно допустимых значений.	Исправное - необходимость в проведении ремонтно-восстановительных работ отсутствует.
5 - 15	Небольшие вмятины второстепенных и несильно нагруженных элементов. Местные искривления, не снижающие несущей способности. Прогибы не превышают предельно допустимых значений. Потеря площади рабочего сечения не превышает 5 %.	Работоспособное - конструкции используются без ограничений. Необходимы правка стержней и восстановление защитных покрытий.
15 - 25	Повреждения снижают несущую способность, но не сопровождаются потерей несущей способности основных элементов (разрыв второстепенных элементов по всему сечению или их искривление на большой длине, местные искривления основных элементов и т.д.). Прогибы не превышают предельно допустимых значений.	Ограниченно работоспособное - необходимо подведение дополнительных стоек, распорок, упоров и т.п. Необходим ремонт по месту без демонтажа конструктивных элементов. Необходима разгрузка элементов до окончания ремонта.
25 - 50	Полная потеря несущей способности при эксплуатационных нагрузках. Разрушение узлов и соединений. Разрывы по всему сечению или искривления на большой длине основных элементов. Прогибы превышают предельно допустимые значения. Существует опасность для людей и сохранности оборудования.	Недопустимое - необходимо прекращение эксплуатации. Подведение временных опор и креплений. Необходимы демонтаж и ремонт конструкций или их замена
Более 50 %	Полная потеря несущей	Аварийное - немедленное

Снижение несущей способности, %	Характерные признаки повреждения	Категория технического состояния конструкций
	способности, существует опасность обрушения конструкций и частей здания.	прекращение эксплуатации. Ограждение опасных зон, разгрузка конструкций и их разборка с проведением страховочных мероприятий

Таблица 2

Перегородки несущие панельного типа [8]

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Примерный состав работ
Трещины в местах сопряжений с плитами перекрытий и заполнениями дверных проемов	Ширина трещин до 2 мм	0-20	Заделка трещин
Глубокие трещины и выкрошивание раствора в местах сопряжения со смежными конструкциями	То же, до 5 мм	21-40	Заделка стыков, укрепление панелей
Большие сколы и сквозные трещины в панелях в местах примыкания к перекрытиям; выбоины, разрушение защитного слоя панелей; трещины по всей панели	То же, до 3 мм	41-60	Заделка и расшивка трещин; усиление ослабленных мест перегородок
Заметное выпучивание, горизонтальные трещины на поверхности, обнажение арматуры	Прогиб панели до 1/100 длины или высоты панели	61-80	Усиление перегородок или полная замена

Таблица 3

Категории технического состояния [7]

Категория технического состояния	Описание технического состояния	$J = \gamma/\gamma_0$	$\varepsilon = 1 - J$
1	Нормальное состояние. Отсутствуют видимые повреждения, свидетельствующие о	1	0

Категория технического состояния	Описание технического состояния	$J = \gamma/\gamma_0$	$\varepsilon = 1 - J$
	снижении несущей способности. Необходимости в ремонтных работах нет.		
2	Удовлетворительное состояние. Незначительное снижение несущей способности и долговечности конструкций. Требуется устройство антикоррозионного покрытия, затирка трещин и т.п.	0,95	0,05
3	Не совсем удовлетворительное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о снижении несущей способности конструкции. Требуется текущий ремонт.	0,85	0,15
4	Неудовлетворительное состояние. Существующие повреждения свидетельствуют о непригодности к эксплуатации конструкции. Требуется капитальный ремонт с усилением конструкций. До проведения усиления необходимо ограничение нагрузок.	0,75	0,25
5	Аварийное состояние. Требуется немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений, замена аварийных конструкций.	0,65	0,35

Сопоставляя данные результатов осмотра с данными, представленными в таблицах 1 - 3 эксперт получает информацию о фактических категориях текущего технического состоянии строительных конструкций зданий и сооружений, выраженную через интервал значений контролируемых параметров поврежденности, физического износа и несущей способности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в каждый определенный момент времени семейство реализаций случайного процесса изменения поврежденности, роста физического износа и снижение несущей способности представляет собой генеральную совокупность возможных реализаций указанных процессов, ограниченную минимальным и максимальным значением контролируемых параметров. В указанном диапазоне возможных значений контролируемые параметры могут принимать любое значение.

Используя данное предположение, метод интервального экспертного

прогнозирования остаточного ресурса и надежности строительных конструкций зданий и сооружений базируется на том факте, что развитие кумулятивной поврежденности, физического износа и снижения несущей способности идет по нарастающей, проходя все типы категорий технического состояния от исправного до аварийного под действием всевозможных внутренних и внешних факторов. Интервалы значений, характеризующие категорию технического состояния строительных конструкций в определенный период времени, предлагаем считать текущими дискретными состояниями, которые проходит строительная конструкция в течение всего периода эксплуатации, характеризующегося временем жизни конструкций. При этом параметр времени является непрерывным.

Для решения задачи прогнозирования остаточного ресурса строительных конструкций на первом этапе предлагается представлять любой случайный процесс (развитие поврежденности, изменение физического износа, снижения несущей способности) в виде интервала значений контролируемого параметра, характеризующего наиболее вероятный интервал различных реализаций случайного процесса и фактически являющегося сечением семейства случайных реализаций указанных процессов в определенный период времени. Граничные значения принимаемого интервала значений при прогнозировании остаточного ресурса строительных конструкций по параметрам поврежденности и физического износа предлагается задавать исходя из результатов единичного осмотра по данным таблиц 1 - 3, для каждого конкретного состояния.

Предлагаемый нами метод прогнозирования остаточного ресурса и надежности строительных конструкций зданий и сооружений подразумевает следующее:

1. Определение интервала контролируемого параметра (поврежденности, физического износа и несущей способности) по результатам единичного осмотра. Для этого определяем экстремальные значения контролируемого параметра (нижнюю и верхнюю границу) исходя из результатов осмотра.

2. Выбор кривой экстраполяции (тренда) по верхней и нижней границе интервала, для обозначения коридора возможных реализаций случайного процесса изменения поврежденности, физического износа и несущей способности.

3. Определение времени достижения недопустимого технического состояния от момента обследования с использованием принятого тренда экстраполяции по верхней и нижней границе возможного коридора реализаций случайных процессов развития поврежденности, физического износа и несущей способности при достижении контролируемыми параметрами порога недопустимого технического состояния, которое характеризуется для каждого из параметров: поврежденности, физического износа и несущей способности определённым для каждого из параметров интервалом значений [7], [8], [9].

Литература:

1. Введение в прогнозирование - <http://statanaliz.info/teoriya-i-practika/11-prognozirovanie/18-wedenie-v-prognozirovanie.html>. 20.11.2013.
2. Калинин В.М., Сокова С.Д. Оценка технического состояния зданий. - М.: ИНФРА-М. 2006 – 268 с.
3. Богданофф Дж., Козин Ф. Вероятностные модели накопления повреждений / Дж. Богданофф., Ф. Козин. Пер. с англ: С.А. Тимашев/ - М: Мир, 1989. – 344 с.
4. Колотилкин Б.М. Долговечность жилых зданий. - М.: Стройиздат., 1965. - 246 с.
5. Острейковский В.А. Теория надежности. – М.: Изд-во АСВ. 1995. -192 с.
6. Добромыслов А.Н. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. Справочное пособие.- М.: Издательство АСВ, 2004. – 72 с.
7. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам / А.Н.Добромыслов,. В.В. Гранев, В.Т. Ильин, А.М. Туголуков – М.: ЦНИИпромзданий ГОССТРОЯ СССР. 2001. – 46 с.

8. ВСН 53-86(р). Правила оценки физического износа жилых зданий. – М.: Прейскурантиздат, 1988. – 72 с.

9. МДС 13-20.2004. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. Пособие по проектированию.

Дата отправки: 09.12.2013

© Шмелев Г.Д., Головина Н.В.