

**Е.И. Новопашина, М.С. Дмитриуков, Н.И. Сафонов**  
**E.I. Novopashina, M.S. Dmitruykov, N.I. Safonov**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Perm National Research Polytechnic University

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ**

### **THE TECHNICAL CONDITION OF SUPPORTING CONSTRUCTIONS USING MODELS FOR ESTIMATING**

Разработана шкала, используемая для определения категории технического состояния несущих конструкций здания, которая наглядно показывает интервал с численными значениями определенных категорий, описывающих техническое состояние несущих строительных конструкций здания. Данная шкала позволяет расширить область определения характеристик, влияющих на выбор категории технического состояния несущих конструкций при проведении технической экспертизы.

The scale is designed in the article. It is used to determine the category of technical condition of bearing structure of the building. Likewise, the scale shows interval with the numerical values of certain categories that describe the technical condition of the bearing structures of the building. This scale allows you to expand the number of characteristics that influence the selection of a category of state bearing structures with technical expertise, followed by evaluation of the data categories.

**Ключевые слова:** техническая экспертиза, памятник истории и архитектуры (объект культурного наследия), категории технического состояния, шкала комплексного оценивания.

**Keywords:** technical expertise, historical and architectural monument (an object of cultural heritage), the category of technical conditions, scale integrated assessment.

При проведении технической экспертизы зданий и сооружений, в частности памятников истории и архитектуры, основным критерием при принятии решения о дальнейшей эксплуатации здания служит техническое состояние несущих строительных конструкций. Согласно ГОСТ Р 53778–2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», оценка здания в целом определяется по наиболее плохо сохранившемуся состоянию несущих строительных конструкций. Несущими кон-

струкциями здания являются: фундаменты, наружные и внутренние стены, перекрытия, крыша. В соответствии с данными конструкциями предлагается модель оценивания технического состояния каждой из них в отдельности (рис. 1) [1]. Учитывая важность культурного значения памятника архитектуры, предлагается рассмотреть модель оценивания технического состояния несущих стен, поскольку именно наружные и внутренние несущие стены являются одной из характеристик уникальности объекта.

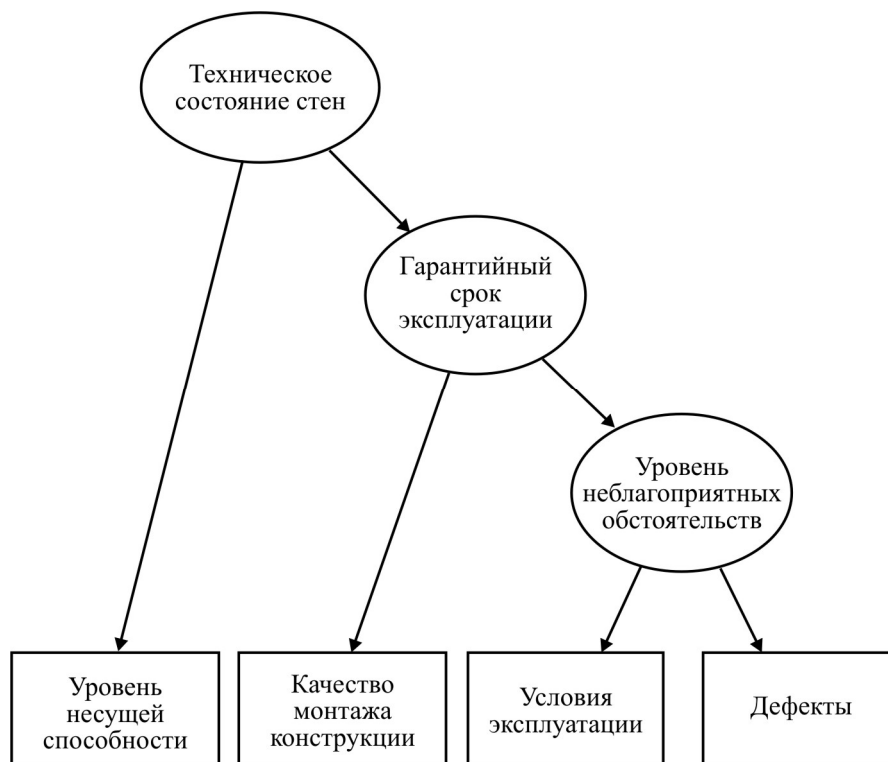


Рис. 1. Модель комплексного оценивания несущих стен здания

Учитывая близость факторов, влияющих на характеристики строительных конструкций, предлагается их агрегирование на основе линейной свертки [2]. Линейная свертка адекватно описывает характеристику как комплексную оценку. При небольших областях варьирования соответствующие множества факторов предварительно должны быть приведены в произвольной единой шкале комплексного оценивания. Рекомендуемая шкала 1–4. Данная шкала отлично согласуется с категориями технического состояния по ГОСТу: 1 – аварийное, 2 – ограниченно работоспособное, 3 – работоспособное, 4 – исправное.

Для примера работы модели комплексного оценивания состояния несущих стен был рассмотрен объект культурного наследия «Пермский музыкальный колледж», расположенный по ул. Екатерининской, 71 в Ленинском районе г. Перми, построенный в 1903 г. Самой сложной характеристикой при определении технического состояния стен является критерий «дефекты». Он включает в себя множество факторов и различных численных значений. Целесообразно на примере данного фактора проиллюстрировать работу линейной свертки [2].

Представлена таблица ранжирования образующих факторов с учетом конкретных значений дефектов по важности их влияния на техническое состояние конструкции с двух позиций – архитектурно-выразительной части и технической части.

Ранжирование образующих факторов с учетом конкретных значений дефектов

Коэффициент	Взвешенный коэффициент для архитектурной части		Взвешенный коэффициент для технической части
$K_1$	0,054	>	0,032
$K_2$	0,026	<	0,045

В таблице указаны два коэффициента значимости. Первый коэффициент показывает значимость влияния на архитектурно-выразительную составляющую, а второй – на техническую. При выборе коэффициента для расчета берется максимальное из двух значений.

Определение комплексной оценки критерия «дефекты» с помощью линейной свертки [2]:

$$\bar{X}_{\text{деф}} = \sum K_i \Phi_i,$$

где  $K_i$  – взвешенный коэффициент  $i$ -го фактора;  $\Phi_i$  –  $i$ -й фактор, влияющий на ход образования качественного значения критерия «дефекты».

Применение линейной свертки накладывает ограничение на взвешенные коэффициенты, чья сумма должна быть равна единице. Для выполнения этого требования необходимо нормировать первичные коэффициенты (см. таблицу):

$$K_i = \frac{K'_i}{\sum K'_i},$$

где  $K'_i$  – это первичный коэффициент  $i$ -го дефекта после ранжирования. Данный коэффициент определяется после визуального и инструментального обследования памятника архитектуры, определяется экспертно, относительно

других дефектов, присутствующих в здании;  $\sum K'_i$  – сумма всех первичных коэффициентов, всегда равна 1.

Учитывая схожесть видов функций приведения для некоторых разновидностей дефектов, рассмотрим график функции приведения (рис. 2).

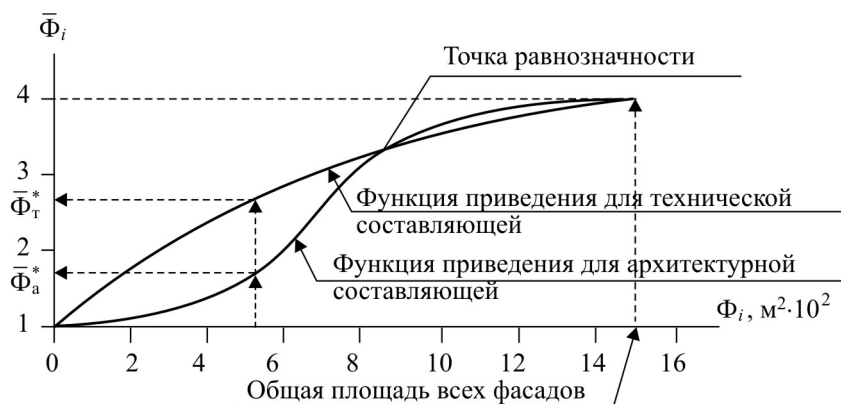


Рис. 2. График функции приведения:  $\Phi_i$  – расчетное значение, выражается площадью поражения дефектом конструкций стены;  $\bar{\Phi}_a^*$  – приведенное значение дефекта для архитектурной составляющей;  $\bar{\Phi}_t^*$  – приведенное значение дефекта для технической составляющей

Используя функцию приведения, можно определить все факторы, образующие критерий «дефекты» по шкале 1–4.

Поскольку критерий «дефекты» отрицательно влияет на общую оценку технического состояния несущих стен здания, необходимо пересчитать данный критерий для подстановки его в модель комплексного оценивания (рис. 3).

Полученное значение критерия для подстановки в модель комплексного оценивания с учетом его отрицательного влияния равняется 2,07. Аналогично данной схеме вычисляются остальные критерии, входящие в модель.

Исследование модели комплексного оценивания объектов культурного наследия, построенных на наборе значений частных критериев с использованием автоматизированной системы комплексного оценивания объектов («Декон-Табл»)<sup>1</sup> в соответствии с предпочтениями лица, принимающего решение, представлено на рис. 4.

<sup>1</sup> Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008612724. Автоматизированная система исследования моделей комплексного оценивания объектов: заявка № 2008610629 от 18.02.2008 г. РФ / А.А. Бельх, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30.05.2008 г.

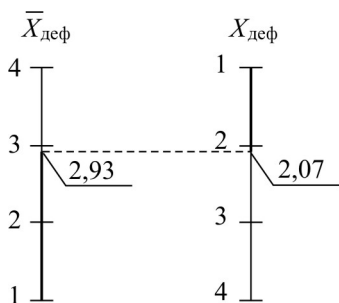


Рис. 3. Схема определения критерия «дефекты» с учетом его отрицательного влияния

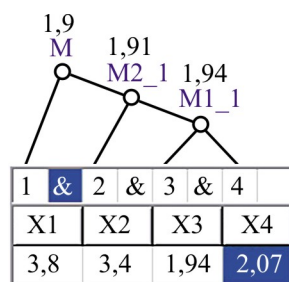


Рис. 4. Результат расчета модели комплексного оценивания определения технического состояния несущих стен здания

По итогам расчета модели получено значение 1,9.

Для анализа полученных оценок была разработана шкала ранжирования категорий технического состояния несущих конструкций (рис. 5).

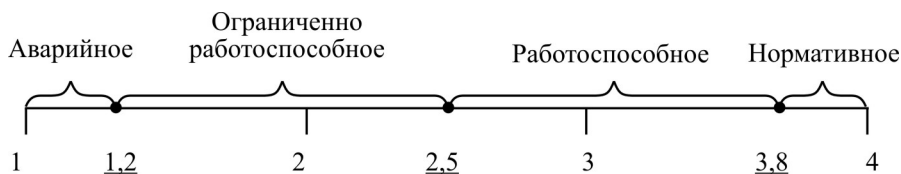


Рис. 5. Шкала ранжирования категорий технического состояния несущих конструкций

Основываясь на шкале определения технического состояния, разработанной для подстановки данных в модель комплексного оценивания, определяется категория технического состояния стен – как ограниченно работоспособное.

Данная шкала позволяет оценить категорию технического состояния несущих конструкций здания благодаря расширенному количеству факторов, в результате образующих определенные критерии отбора. Исключается возможность субъективного суждения при определении категории технического состояния, поскольку области определения привязаны к численными значениями.

### Список литературы

1. Дмитриюков М.С., Новопашина Е.И. Технология обследования памятников истории и архитектуры с целью эффективного управления // Управление большими системами: материалы X Всерос. школы-конф. молодых ученых / Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2013. – Т. 2. – С. 75–78.

2. Принцип многомодельности в задачах моделирования индивидуальных предпочтений / А.А. Белых, Р.Ф. Шайдулин, К.А. Гуреев, В.А. Харитонов, А.О. Алексеев // Управление большими системами: сб. тр. – 2010. – № 30–1. – С. 128–143.

3. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений: монография / В.А. Харитонов [и др.]; под науч. ред. В.А. Харитонова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 342 с.

Получено 20.03.2014

**Новопашина Евгения Иосифовна** – кандидат технических наук, профессор, ПНИПУ, СТФ, e-mail: direron@bk.ru.

**Дмитрюков Максим Сергеевич** – аспирант, ПНИПУ, СТФ, e-mail: galina\_vd@mail.ru.

**Сафонов Никита Игоревич** – магистрант, ПНИПУ, СТФ, ЭУН-13м-1, e-mail: saf.nikita@mail.ru.