

5. СТБ 2129-2010. Здания и сооружения. Порядок определения пожарной нагрузки. - Взамен СТ СЭВ 446; Введ. 19.10.2010.-Мн.: МАиС РБ, 2010. -26 с.

6. ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Взамен НПБ 5-2005*; Введ. 29.01.2013. – Мн.: МЧС РБ, 2013. – 57 с.

УДК 624.01

67.03.03: Теория расчета сооружений и конструкций.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОГНОЗИРУЕМОЙ ОЦЕНКЕ
ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ОБСЛЕДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛОЖЕНИЙ ТНПА РБ**

Шилов А.Е.,

Белорусский национальный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции имени доктора технических наук, профессора Т. М. Пецоляда»

Гриб П.И.

Белорусский национальный технический университет, филиал БНТУ «Научно-исследовательский политехнический институт», Центр научных исследований и испытаний строительных конструкций, инженер

В статье представлена краткая информация о рекомендациях по прогнозированию остаточного срока службы строительных конструкций зданий и сооружений по результатам обследований в первую очередь на основе технических нормативных правовых актах (ТНПА), действующих на территории Республики Беларусь, а также на известных классических подходах, математической статистике, определенных разработках наших российских коллег.

Ключевые слова: *остаточный срок службы, строительные конструкции, здания и сооружения, обследования, ТНПА РБ.*

В настоящее время вопросу определения (прогнозирования) остаточного срока службы строительных конструкций зданий и сооружений уделяется значительное внимание специалистов разных стран, однако эта проблема остаётся областью без четкой структурированности и формализации. Предлагается достаточно много методов и способов расчета остаточного ресурса, каждый из которых основан на определённых принципах и подходах., однако выделить из них «универсальный» и, самое главное, практически реализуемый в инженерной деятельности подход, на сегодняшний день нельзя.

Основная цель статьи – это краткая информация о наших предложениях (рекомендациях) по прогнозированию остаточного срока службы строительных конструкций зданий и сооружений по результатам обследований в первую очередь на основе ТНПА, действующих на территории Республики Беларусь [1], [2], [3], а также на известных классических под-

ходах, математической статистике, определенных разработках наших российских коллег [4], [5], [6].

В настоящее время в РБ, согласно Указу № 217 от 05.06.2019 Президента РБ, продолжается работа по созданию и совершенствованию национальных строительных норм и правил, которые должны обеспечить и повысить надежность не только проектируемых зданий, но и безопасность эксплуатируемых. К сожалению, в действующих на данном этапе национальных ТНПА, нет конкретных, а самое главное, практических рекомендаций по оценке остаточного безопасного срока службы строительных конструкций и самих зданий, поэтому направление нашей работы актуально и её результаты могут принести определенную пользу.

В разделе 12.1 одного из основных ТНПА РБ СН 1.04.01-2020 «Техническое состояние зданий и сооружений» [1], где приведены основные положения по обследованию конструкций, указано, что «В ряде случаев необходимо оценить остаточный срок службы здания и разработать восстановительные мероприятия с оценкой целесообразности их выполнения...». Однако «нормативной» практически выполнимой методики этой оценки пока нет.

Необходимо отметить, что автором рассматриваемого ТНПА [1] является, к большому сожалению, ныне покойный наш учитель, доктор технических наук, профессор В.Г. Казачёк, который планировал исследования в этом направлении, поэтому уже на этапе создания основного ТНПА [1] по техническому состоянию зданий и сооружений в РБ им были заложены **основные предпосылки** для решения вопроса остаточного срока службы зданий.

Предлагаемый алгоритм расчета (прогнозирования) остаточного ресурса

1,2. Анализ исходных данных.

- (1). n – количество строительных конструкций рассматриваемого типа с установленными по результатам обследований КТС.

- (2). t_i – время эксплуатации на момент выполнения обследования.

3. Определение усредненных показателей КТС (УП) для группы конструкций одного вида, согласно рекомендациям ТНПА [1], [2], [3], а именно по формуле (12.4) из [1, с. 33]:

$$\text{УП} = \sum_1^5 \text{ПД}_\text{п}, \quad (1)$$

4. Установление величины среднего физического износа (СФИ) согласно рекомендациям пункта 13.5 [1] в зависимости от КТС (УП) по таблице 13.1 из [1, с. 36].

5. Определение величины статистического износа ($F(t_i)$) по формуле (2)

$$F(t_i) = \frac{\text{СФИ}}{100}, \% \quad (2)$$

6. Определение величины характеристики исправности ($P(t_i)$) по формуле (3):

$$P(t_i) = 1 - F(t_i). \quad (3)$$

7. Определение квантилей (U) для каждого этапа по таблице 4.2 из [5, с. 202].

8,9. Вычисление квадратов квантилей (U_i^2) (шаг 8) и величины ($t_i \cdot U_i$) (шаг 9) для решения последующих уравнений на шаге 10.

10. На основании данных об отказах конструкции в моменты времени t_1, t_2, \dots, t_i составляется система уравнений [5, с. 201]:

$$\begin{cases} t_1 = T_{\text{cp}} - U_1 \sigma \\ t_2 = T_{\text{cp}} - U_2 \sigma \\ t_3 = T_{\text{cp}} - U_3 \sigma \\ \dots \\ t_n = T_{\text{cp}} - U_n \sigma \end{cases} \quad (4)$$

Решением системы уравнений являются формулы [5, с. 201], по которым определяют средний срок службы конструкции (T_{cp}) и среднее квадратичное отклонение от него (σ):

$$T_{\text{cp}} = \frac{a + \sigma \cdot b}{n} \quad (5); \quad \sigma = \frac{c - \frac{a \cdot b}{n}}{\frac{b^2}{n} - d}. \quad (6)$$

Вспомогательные коэффициенты (a, b, c, d) вычисляются по формулам [5, с. 201]:

$$a = \sum_{i=1}^n t_i \quad (7); \quad b = \sum_{i=1}^n U_i \quad (8); \quad c = \sum_{i=1}^n U_i \cdot t_i \quad (9); \quad d = \sum_{i=1}^n U_i^2 \quad (10)$$

11. Определяют прогнозируемое значение остаточного срока эксплуатации по формуле (11):

$$T_{\text{ост}} = T_{\text{cp}} - t_{\text{п}}, \quad (11)$$

где $t_{\text{п}}$ – «полный» срок эксплуатации на момент обследования.

Наши предложения по оценке остаточного срока службы строительных конструкций зданий по результатам обследований построены на положениях ТНПА [1], [2], [3], действующих в РБ в настоящее время в области технической эксплуатации и обследований зданий и сооружений, математической статистики и положениях источников [5], [6]. Однако необходимо констатировать тот факт, что определение остаточного срока службы во многом зависит от опыта и классификации экспертов, при этом квалификационные требования в разных странах к специалистам, выполняющим обследования зданий и сооружений, значительно различаются, что также является одним из вопросов, требующих особого внимания. Отечественный и зарубежный опыт сертификации в области обследований

проанализирован в статье [7].

Следует отметить, что приемлемые (обоснованные) результаты по предлагаемой методике возможно получить только при наличии данных регулярных обследований. В частности, в действующих ТНПА РБ [1], [2] указано, что обследования зданий и сооружений должны выполняться не реже чем один раз в пять лет специализированными организациями. Недостаточный объем статистических данных, характеризующих надежность элементов зданий, существенно затрудняет (или делает невозможным) определение таких параметров, как безотказность и долговечность.

Неоспоримо, что чем больше будет исследований и предложений по оценке остаточного ресурса, тем раньше будет установлен «баланс» между нормативными требованиями и практической стороной их реализации, а также продолжится необходимый процесс совершенствования ТНПА, что, безусловно, позволит обеспечить безопасную эксплуатацию зданий и сооружений. При этом считаем, что расчет прогнозируемого остаточного срока службы строительных конструкций должен быть основан, прежде всего, на положениях действующих нормативных документах по рассматриваемой тематике.

Представленная нами работа посвящается светлой памяти нашего учителя, доктора технических наук, профессора Владимира Георгиевича Казачка, который при жизни планировал разработать практическую и обоснованную на уровне, как минимум, методических рекомендаций методику прогнозирования остаточного срока службы строительных конструкций по результатам обследований.

Список использованных источников

1. СН 1.04.01-2020. Техническое состояние зданий и сооружений. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2021. – 73 с.
2. СП 1.04.02-2022. Общие положения по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2022. – 80 с.
3. ТКП 45-1.04-119-2008. Здания и сооружения. Оценка степени физического износа. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2009. – 46 с.
4. Галахарь А., Гаврюшин С. Об определении назначенного срока службы эксплуатируемого объекта с учетом показателя безопасной эксплуатации / Проблемы машиностроения и надежности машин – 2018. – Выпуск 4 С. 53-57.
5. Калинин В. М., Сокова С. Д. Оценка технического состояния зданий: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 268 с.
6. Рогонский В. А. [и др.]. Эксплуатационная надежность зданий. — Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд-ние, 1983. –280 с.
7. Казачёк В. Г., Коршун Е. Л., Шилов А. Е. Отечественная практика и зарубежный опыт нормирования в области обследования и технической эксплуатации зданий, подготовка аттестации специалистов по данным направлениям: сб. науч. ст. "Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров". – Гродно, 2010. С.- 99-102.