

УДК 69.059.25

**В. Н. ЛЕВЧЕНКО, Э. П. БРЫЖАТЫЙ, О. Э. БРЫЖАТЫЙ, В. Ф. КИРИЧЕНКО**  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ РЕМОНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

**Аннотация.** Обеспечение надежности зданий и сооружений в процессе их эксплуатации по мере ухудшения состояния отдельных элементов, узлов или объектов в целом может быть осуществлено путем профилактических ремонтов. Система профилактики предусматривает проведение в определенное время эксплуатации такого объема ремонтных работ, чтобы обеспечить безотказную работу всех элементов и системы в целом на следующий межремонтный период. Ремонтные работы направлены прежде всего на предотвращение возникновения отказов работы конструкций, которые в свою очередь ведут к увеличению материальных расходов. Косвенные материальные затраты, связанные с отказами, могут быть постоянными и возрастать в зависимости от времени существования отказа и зависят от многих факторов. В статье предложена методика анализа изменения величины приведенных расходов, связанных с обеспечением надежности конструкций, в зависимости от периодичности проведения плановых ремонтов.

**Ключевые слова:** надежность, безотказная работа, косвенные материальные затраты, эффективность, ремонтпригодность.

Строительство зданий и сооружений, повышение их этажности, современное инженерное оборудование требуют повышения эффективности затрат на содержание и ремонт, улучшения их качества, совершенствование организационных и управленческих систем. На проектные, эксплуатационные и строительные организации возложены сложные организационно-технические задачи: длительное сохранение эксплуатационных качеств объектов; увеличение сроков службы конструкций между ремонтами; повышение качества выполнения ремонтно-строительных работ.

Решение этих задач может быть обеспечено правильной технической эксплуатацией, своевременными проводимыми текущими и капитальными ремонтами при одновременном снижении стоимости содержания объекта. Осуществление в необходимых объемах текущего и капитального планово-предупредительного ремонтов позволит достигнуть такого положения, при котором ремонт объекта будет не следствием наличия в нем неисправностей, а средством предупреждения износа конструкций и оборудования. Система планово-предупредительных ремонтов должна составлять комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий по техническому обслуживанию и проведению всех видов ремонтов с регламентированной последовательностью и периодичностью.

Качество, которое свойственно зданию или сооружению после сдачи в эксплуатацию, удовлетворяет потребителей только в том случае, если оно сохраняется в течение всего периода существования объекта.

Техническая эксплуатация здания или сооружения включает в себя обслуживание, текущий и капитальный ремонт. Обслуживание подразделяется на техническое и санитарно-гигиеническое. Техническое обслуживание – это комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности конструкций и оборудования, а также экономичности их функционирования. Санитарно-гигиеническое обслуживание включает мероприятия по санитарной очистке зданий и территорий, их уборке и т. п.

Текущий ремонт обеспечивает постоянную работоспособность конструкций и инженерного оборудования путем наладки, регулировки и устранения мелких неисправностей. Основная цель текущего ремонта – предупреждение преждевременного износа зданий и сооружений.

© В. Н. Левченко, Э. П. Брыжатый, О. Э. Брыжатый, В. Ф. Кириченко, 2018

Основная задача капитального ремонта – ликвидация физического и морального износа зданий и сооружений. При капитальном ремонте производится восстановление или замена изношенных конструкций и элементов объекта, обеспечивающих их постоянную эксплуатационную надежность.

За весь срок службы объекта эксплуатационные и ремонтные затраты в 5–6 раз превышают первоначальные единовременные затраты на его сооружение. При этом требования к надежности и экономичности находятся в определенном противоречии: повышение надежности почти всегда неизбежно связано с удорожанием конструкций и оборудования, и наоборот, удешевление конструкций зачастую влечет за собой снижение уровня надежности. Вместе с тем следует отметить, что невыполнение своевременного ремонта объекта приводит к усиленному износу и старению и резкому увеличению стоимости. Например, перенос капитального ремонта типового 5-этажного дома на 3–4 года после истечения нормативных сроков увеличивает его стоимость на 18...21 %.

Обеспечение надежности зданий и сооружений в процессе их эксплуатации по мере ухудшения состояния отдельных элементов, узлов или объекта в целом может быть осуществлено путем профилактических ремонтов. При такой профилактике основная задача не восстановление или замена отказавших элементов, а предупреждение отказов. Таким образом, система планово-предупредительных ремонтов состоит в проведении периодических ремонтов, объемы которых главным образом зависят от сроков службы и видов материалов и конструкций объекта.

Постепенный переход от субъективного отбора зданий и сооружений к объективному назначению на ремонт в зависимости от срока эксплуатации и технического состояния представляет серьезное качественное изменение в подходе к капитальному ремонту. Если каждому объекту один раз в 9–15 лет выполнять капитальный ремонт, то весь свой расчетный срок службы (ресурс) он будет соответствовать эксплуатационным требованиям. Налаженная система ремонтов по циклам позволит нормально содержать помещения объекта, избежать недоремонтов, удешевить и повысить эффективность ремонтов.

Система профилактики предусматривает проведение в определенное время эксплуатации такого объема ремонтных работ (включая и замену), чтобы обеспечить безотказную работу всех элементов и системы в целом на следующий межремонтный период. Таким образом, система планово-предупредительных ремонтов (ППР) подразумевает проведение плановых регламентированных работ. При этом объемы работ могут уточняться в зависимости от технического состояния конкретного объекта и его конструкции и оборудования. Внедрение научно обоснованной системы планово-предупредительных ремонтов обеспечивает безотказное содержание объекта, профилактическую, предупредительную функцию ремонтных мероприятий, постоянную надежность конструкций, элементов и инженерного оборудования.

Единство организационных и научно-технических мероприятий, направленных на проведение строго периодически и в определенной последовательности различных видов ремонтов зданий и сооружений с целью максимального предупреждения отказов работы их элементов, является принципиальным подходом к технической эксплуатации объектов. Система ППР зданий и сооружений повышает эффективность и экономичность эксплуатации.

На основании имеющегося опыта разработки и внедрения системы ППР разработана специальная программа мероприятий. Основное содержание мероприятий – это программное, целевое и комплексное обследование зданий и сооружений, научно обоснованная периодичность ремонта с учетом особенностей региона, создание специализированных проектных, эксплуатационных и ремонтно-строительных организаций.

Отработана методика практической разработки системы ППР, включающая следующие положения и этапы:

- 1) анализ структуры эксплуатируемого фонда района (города, региона), его конструктивных особенностей, группировка ремонтных работ, назначение и группировка межремонтных сроков (технический аспект системы ППР);
- 2) определение объемов необходимых ремонтных работ, оптимизация и уточнение межремонтных сроков для каждой группы объектов (экономический аспект системы ППР);
- 3) анализ архитектурно-градостроительных условий проведения ремонта зданий и сооружений, их инженерного обеспечения, увязка с системой обслуживания жителей, взаимосвязь с реставрацией и сохранением памятников архитектуры, истории, культуры, сохранение городской исторической среды (градостроительный аспект системы ППР);
- 4) анализ мощностей ремонтно-строительных организаций и разработка планов ремонта эксплуатируемого фонда (организационный аспект системы ППР).

Переход на систему ППР подразумевает улучшение организации эксплуатации зданий и сооружений, их элементов и инженерных систем в межремонтные периоды и обеспечение проектных режимов содержания объектов. Поэтому при разработке проектной документации новых зданий и сооружений необходимо предусматривать специальный раздел проекта «Требования к эксплуатации объекта».

В течение всего срока службы здания (сооружения) существует объективная необходимость нести материальные расходы на эксплуатацию. Эти затраты можно разделить на три группы:

- связанные с содержанием здания и прилегающей территории. Сюда выделяются средства на санитарное содержание (уборка, вывоз мусора), благоустройство помещений и территории, дополнительные нужды (охрана, устройство технических средств обеспечения контроля и правопорядка, например, установка систем видеонаблюдения, домофонов и т. п.);

- связанные с инженерным жизнеобеспечением здания – оплата услуг по предоставлению тепла, воды, электроэнергии, канализации и т. д., включая расходы, связанные с техническим обслуживанием инженерных систем;

- связанные с обеспечением требуемого уровня надежности конструкций и инженерного оборудования здания.

Обеспечение надежности здания (сооружения) на стадии эксплуатации достигается за счет проведения ремонтов двух типов: планово-профилактических, направленных на предотвращение возникновения отказов, и аварийных, предназначенных для ликвидации отказов и восстановления работоспособности объекта таким образом, чтобы влияние отказа на потребителей было наименьшим.

Количество плановых ремонтов, выполняемых в процессе эксплуатации, зависит от назначаемой периодичности их проведения. Если в течение некоторого времени  $T$  плановые ремонты проводятся  $N_{пл}$  раз, а затраты, связанные с проведением каждого планового ремонта, составляют величину  $C_{пл}$ , то в единицу времени (например, в год) на проведение плановых ремонтов всегда, на протяжении срока службы объекта, требуется выделение средств в объеме

$$\frac{C_{пл} \cdot N_{пл}}{T} \text{ (руб./ед. времени).} \quad (1)$$

Надежность любого объекта не может быть абсолютной. Всегда существует, в большей или меньшей степени, вероятность отказа, т.е. всегда имеется потребность в выполнении аварийных ремонтов. Эти ремонты заранее нельзя запланировать, но, используя аппарат теории надежности, можно прогнозировать математическое ожидание количества аварийных ремонтов на некотором временном интервале в зависимости от условий эксплуатации объекта. Пусть это будет некоторое число  $N_{ав}$ . Зная величину затрат, связанных с ликвидацией отказа  $C_{ав}$ , можно рассчитать объем средств, требуемых на аварийные ремонты в единицу времени:

$$\frac{C_{ав} \cdot N_{ав}}{T} \text{ (руб./ед. времени).} \quad (2)$$

В большинстве случаев возникновение отказа приводит к прямым или косвенным дополнительным материальным потерям, не связанным непосредственно с ликвидацией отказа (рис. 1). Прямые материальные потери – это затраты на производственные расходы воды, тепла и т. п., вызванные, например, утечками в трубопроводах. К косвенным материальным потерям относятся расходы, связанные с восстановлением конструкций и оборудования, поврежденных из-за отказа сопряженного с ними элемента. Например, отказ кровли приводит к протечкам в помещениях, порче имущества. Отказавший элемент – кровля, на восстановление которой расходуются средства, предназначенные для аварийных ремонтов. Дополнительно приходится расходовать средства на ремонт помещений, материальную компенсацию убытков, нанесенных протечками, и т. д. К косвенным материальным потерям относятся дополнительные материальные затраты, связанные с тем, что при некоторых видах отказов увеличивается, по сравнению с требуемым, потребление электроэнергии, воды и других видов энергии.

Косвенные материальные затраты, связанные с отказами, могут быть постоянными или возрастать в зависимости от времени существования отказа. Последнее возникает, например, при отказах в трубопроводах системы водоснабжения, приводящих к непроизводительным расходам воды.

Величина косвенных материальных затрат зависит от многих факторов и для каждой конструкции и инженерного оборудования определяется индивидуально. Количество случаев, когда возникает потребность в косвенных материальных затратах, равно числу аварийных ремонтов. Тогда ожидаемая величина косвенных материальных затрат в единицу времени определяется по формуле:



Рисунок 1 – Варианты изменения во времени дополнительных затрат, связанных с отказами.

$$\frac{C_{доп} \cdot t_{отк} \cdot N_{ав}}{T} \text{ (руб./ед. времени),} \quad (3)$$

где  $C_{доп}$  – удельный объем дополнительных прямых и косвенных материальных затрат, связанных с отказом, в единицу времени;  
 $t_{отк}$  – продолжительность существования отказа.

В тех случаях, когда косвенные материальные затраты, связанные с отказом, не зависят от времени, в формуле принимается равным единице.

В процессе эксплуатации первоначальная стоимость конструкции и оборудования из-за износа и старения уменьшается (рис. 2). При назначенной периодичности выполнения плановых ремонтно-восстановительных работ желательно максимально использовать ресурс элементов здания. Кроме того, при выполнении планово-предупредительных ремонтов технологических групп оборудования остаточный ресурс является критерием выбраковки элементов. При установлении неисправностей аварийного характера остаточный ресурс является одним из основных факторов для определения степени восстановления – минимальное восстановление или замена конструкции или оборудования. В любом случае определение остаточного ресурса связано с экономическим обоснованием проведения эксплуатационных мероприятий.

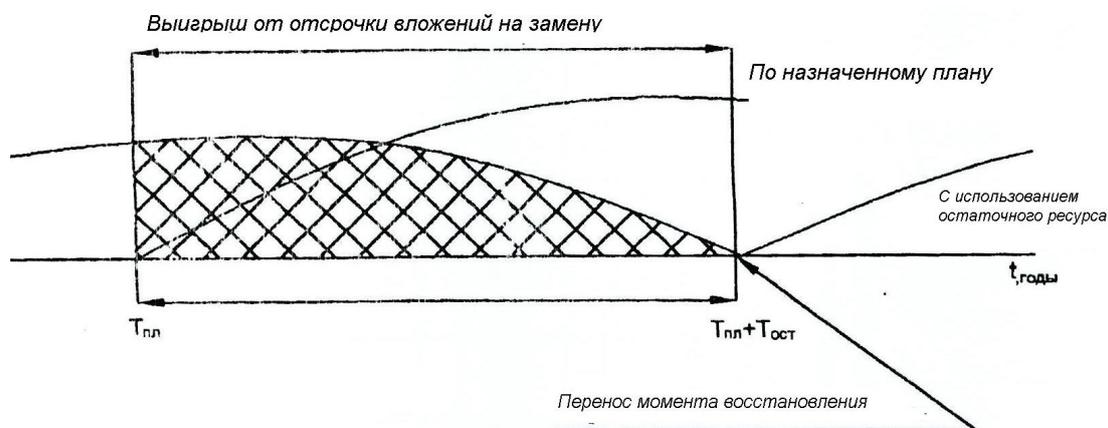


Рисунок 2 – Остаточный ресурс конструкции.

Конструкции и оборудование зданий независимо от времени эксплуатации обладают остаточной стоимостью  $C_{ост}$ , которая изменяется пропорционально наработке и рассчитывается по формуле

$$C_{ост} = \frac{C_{нач} \cdot T_{ост}}{T_{ср}}, \quad (4)$$

где  $T_{ср}$  – средний срок службы конструкции (оборудования);  
 $T_{ост}$  – остаточный срок службы;  
 $C_{нач}$  – первоначальная стоимость конструкции.

Для некоторых элементов здания остаточная стоимость может быть определена в зависимости от соотношения назначенного периода проведения плановых ремонтов  $T_{пл}$  и среднего срока службы элемента  $T_{ср}$  по формуле

$$C_{ост} = C_{нач} \cdot k_{ост} \quad (5)$$

где  $k_{ост}$  – коэффициент, значения которого приведены в таблице.

Таблица – Коэффициенты для определения остаточного ресурса конструкций

Показатель	Соотношение периода проведения плановых ремонтов и среднего срока службы конструкции $T_{пл}/T_{ср}$					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Коэффициент $k_{ост}$	0,646	0,461	0,352	0,282	0,234	0,2
$T_{пл}/T_{ср}$	4	4,5	5	5,5	6	6,5
$k_{ост}$	0,153	0,137	0,124	0,113	0,104	0,097

Сумма рассмотренных составляющих материальных вложений, отнесенная к периоду проведения плановых ремонтов  $T_{пл}$ , называется приведенными затратами, связанными с обеспечением надежности конструкций и оборудования зданий:

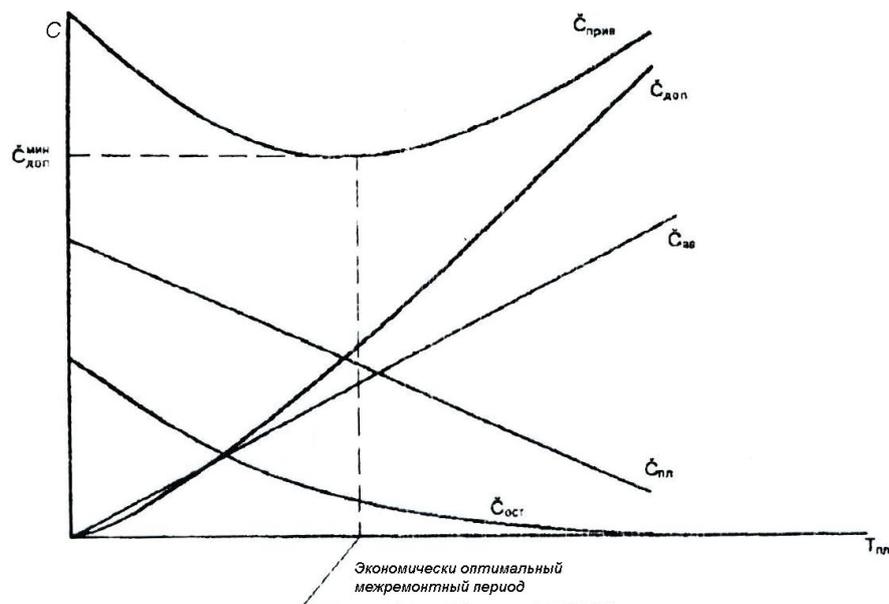
$$C_{пр} = \frac{C_{пл} \cdot N_{пл} + C_{ас} \cdot N_{ас} + C_{дон} \cdot t_{отк} \cdot N_a \cdot \frac{T_{пл}}{T_{ср}}}{T_{пл}} \quad (6)$$

При изменении периода между плановыми ремонтами происходит нелинейное изменение приведенных затрат (рис. 3). Например, при увеличении межремонтного периода приведенные затраты на плановые ремонты и остаточная стоимость конструкции уменьшаются. При увеличении периодичности плановых ремонтов всегда увеличивается число отказов в единицу времени и возрастают значения приведенных затрат на выполнение аварийных ремонтов, а также дополнительных затрат, связанных с отказами. При варьировании приведенных затрат и изменении периодичности ремонтов можно получить минимальное значение суммарных приведенных затрат. Межремонтный период, при котором приведенные затраты имеют наименьшее значение, называется экономически оптимальным периодом проведения плановых ремонтов. При перспективном планировании ремонтов надо стремиться к их назначению с учетом экономически оптимального периода. Поскольку главным условием планирования ремонтов является обеспечение надежности конструкций и оборудования, в некоторых случаях экономически оптимальный межремонтный период может не удовлетворять требованиям надежности (рис. 4).

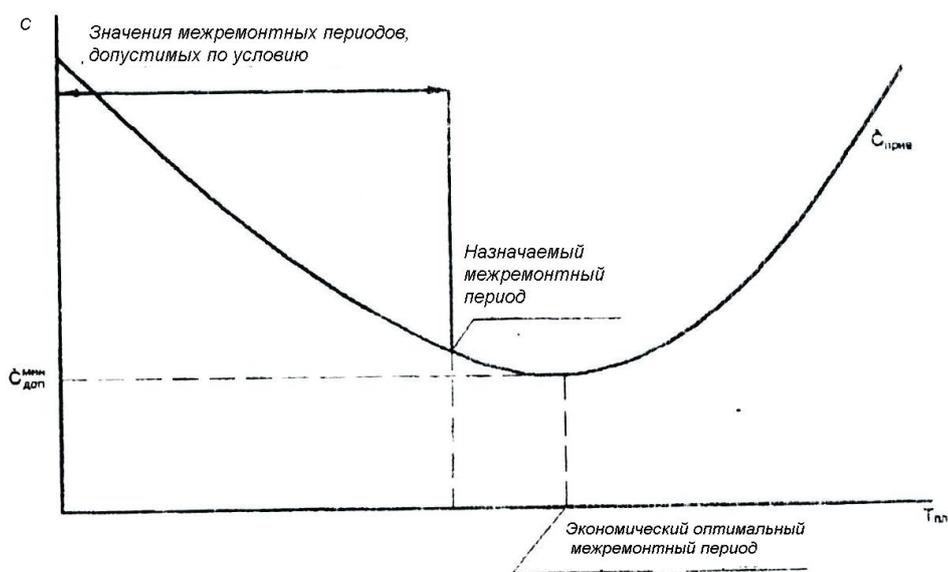
## ВЫВОД

Многолетний анализ состояния строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений показывает, что, действительно, в отдельных случаях экономически оптимальный ремонт конструкций не в полной мере обеспечивает надежность и долговечность строительных конструкций.

В этом случае необходимо из всех допустимых по требованиям надежности межремонтных периодов следует выбирать тот, при котором приведенные затраты имеют наименьшее значение ( $C_{пр}^{\min}$ ).



**Рисунок 3** – Изменение величины приведенных затрат, связанных с обеспечением надежности конструкций, в зависимости от периодичности проведения плановых ремонтов.



**Рисунок 4** – Назначение межремонтного периода по критериям надежности и экономичности: изменение интенсивности приведенных затрат в зависимости от продолжительности межремонтного периода и минимальное значение интенсивности приведенных затрат.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанов, В. И. Экономика повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций [Текст] / В. И. Агаджанов. – М. : Стройиздат, 1988. – 173 с.
2. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций, промышленных зданий и сооружений при их реконструкции восстановлении [Текст] / Харьковский Промстройиниипроект, Донецкий Промстройиниипроект, ХИСИ, Харьковский ин-т инжен. коммунального стр-ва, Харьковское бюро внедрения НИИ НПО «Лакокраспокрытие», Криворожский горно-рудный ин-т, НИИПромстрой, Уральский Промстройиниипроект, Иркутский политехн. ин-т. – М. : Стройиздат, 1990. – 176 с.
3. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций [Текст] / НИИ ЖБ Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1981. – 55 с.

4. Bosoku, Gijutes Report of the Committee on Corrosion and Protection. A survey of the cost of corrosion to Japan [Текст] / Bosoku Gijutes // Corrosion Engineering Journal. – 1977. – Vol. 26. – No. 7. – P. 401–428. – ISSN 0010-9355.
5. Лихтарников, Я. М. Техничко-экономические основы проектирования строительных конструкций [Текст]: учебн. пособие для вузов / Я. М. Лихтарников, Н. С. Летников, В. Н. Лекченко; Ред. Я. М. Лихтарников. – Киев; Донецк: Вища школа, 1980. – 240 с.
6. Методика определения экономической эффективности антикоррозионной защиты строительных конструкций промышленных зданий и сооружений [Текст] / НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 83 с.
7. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений [Текст] / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1974. – 65 с.
8. Методические рекомендации по технико-экономической оценке проектных решений промышленных зданий и сооружений [Текст] / НИИСК Госстроя СССР; НИИЖБ Госстроя СССР, ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1967. – 29 с.

Получено 01.10.2018

В. М. ЛЕВЧЕНКО, Е. П. БРИЖАТИЙ, О. Е. БРИЖАТИЙ, В. Ф. КИРИЧЕНКО  
ПЛАНОВО-ЗАПОБІЖНІ РЕМОНТИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА ЇХ  
ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ  
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Забезпечення надійності будівель і споруд у процесі їхньої експлуатації в міру погіршення стану окремих елементів, вузлів або об'єктів в цілому може бути здійснено шляхом профілактичних ремонтів. Система профілактики передбачає проведення в певний час експлуатації такого обсягу ремонтних робіт, щоб забезпечити безвідмовну роботу всіх елементів і системи в цілому на наступний міжремонтний період. Ремонтні роботи спрямовані перш за все на запобігання виникнення відмов роботи конструкцій, які у свою чергу ведуть до збільшення матеріальних витрат. Непрямі матеріальні витрати, пов'язані з відмовами, можуть бути постійними та зростати залежно від часу існування відмови і залежать від багатьох чинників. У статті запропоновано методику аналізу зміни величини приведених витрат, пов'язаних із забезпеченням надійності конструкцій, залежно від періодичності проведення планових ремонтів.

**Ключові слова:** надійність, безвідмовна робота, непрямі матеріальні витрати, ефективність, ремонтпридатність.

VICTOR LEVCHENKO, EDUARD BRYZHATY, OLEG BRYZHATY,  
VOLODUMUR KIRICHENKO  
PREVENTIVE MAINTENANCE OF BUILDINGS AND STRUCTURES AND  
THEIR ECONOMIC ASPECT  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** In order to ensure the reliability of exploiting buildings and constructions when some elements, joints or the whole constructions worsen, preventive maintenance should be fulfilled. The preventive system foresees carrying out a certain amount of work to provide the faultless operation of all the elements and the system as a whole for the next inter maintenance period. The repairs are focused on the prevention of some breakages in the constructions which in their turn lead to the increase of running costs. Indirect expenses connected with failures can be consistent and increase depending on how long they have been out of order and some other factors. This article offers some methods to analyze the involved expenses, which provide construction reliability, depending on frequency of routine repairs.

**Key words:** reliability, faultless operation, indirect expenses, efficiency, reparability.

**Левченко Виктор Николаевич** – кандидат технических наук, профессор, проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Брыжатый Эдуард Парфирьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Брыжатый Олег Эдуардович** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Кириченко Владимир Федорович** – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Левченко Віктор Миколайович** – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Брижатый Эдуард Парфирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Брижатый Олег Эдуардович** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Кириченко Володимир Федорович** – старший викладач кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Levchenko Victor** – Ph. D. (Eng.), Professor; Vice-rector in education and pedagogic activities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Bryzhatyi Eduard** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Bryzhatyi Oleg** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Kirichenko Volodumir** – senior lecturer, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.