

**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

**НАСТАНОВА З ОЦІНЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ  
АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ**

**ДСТУ-Н Б В.2.3-23**

## **1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт встановлює правила оцінки технічного стану мостів і прогнозування залишкового ресурсу їх елементів.

Стандарт поширюється на постійні автодорожні мости всіх систем, мости суміщені під рейковий транспорт (трамвай або метрополітен) та пішохідні, що експлуатуються на автомобільних дорогах загального користування, вулицях і дорогах, які знаходяться в комунальній власності міст і населених пунктів.

Сферою застосування стандарту є система експлуатації вище наведених мостів. Оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів, контроль надійності і прогнозування залишкового ресурсу за цим стандартом є обов'язковою регламентною процедурою в системі експлуатації мостів.

## **2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні акти :

ДБН В.1.2-14-2008 Загальні принципи забезпечення надійності та безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ

ДБН В.1.2-15-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи

ДБН В.2.3-6-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування

ДБН В.2.3-14-2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування

ДБН В.2.3-22-2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування;

ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації

## **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

Нижче подано терміни, які вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять:

### **3.1 вантажопідйомність**

Числове значення ваги рухомого навантаження, яке може бути пропущено по мосту за умови, що зусилля в перерізах визначальних елементів, які викликані цими навантаженням, не перевищують розрахованої реальної несної здатності деградація

Знос, втрата початкових механічних, фізико-хімічних і естетичних характеристик. Рівень деградації в функції часу може прогнозуватись відповідними моделями

### **3.2 експлуатаційний стан**

Технічний стан, що описується добіркою числових і неформальних лінгвістичних характеристик, які надаються у цьому стандарті

### **3.3 знос споруди**

Деградація елементів споруди в процесі експлуатації внаслідок погіршення початкових проектних показників, таких як несна здатність, вантажопідйомність, невідповідність розрахункових параметрів споруди сучасним вимогам (наприклад, за габаритом тощо)

### **3.4 експлуатація споруди**

Технічне використання споруди за призначенням; догляд, утримання та збереження технічного стану, як передбачено проектом і чинними нормативними документами системи експлуатації

### 3.5 експлуатаційне утримання

Дотримання необхідних заходів зі збереження стану конструкцій, за яких вони можуть виконувати функції, які передбачені проектом, а також параметрів, визначених у проекті, та вимог чинних нормативних документів з експлуатації споруд

### 3.6 капітальний ремонт

Комплекс будівельно-монтажних робіт, який полягає у відновленні, підсиленні або заміні елементів моста, які втратили свої проектні показники

### 3.7 міст

Транспортна споруда, призначена для пропуску через перешкоду потоків автомобільного, залізничного транспорту, пішоходів, інших комунікацій. У залежності від функціонального призначення та типу перешкоди мости мають свої специфічні назви (наприклад, шляхопровід, віадук, естакада тощо)

### 3.8 ресурс

Строк роботи елемента в роках, впродовж якого надійність і експлуатаційна придатність задовольняють нормативним вимогам

### 3.9 технічний стан споруди

Сукупність якісних та кількісних показників, що характеризують експлуатаційну придатність споруди та її конструкцій

### 3.10 характеристика безпеки

Числовий показник надійності, математично зв'язаний з імовірністю того, що не буде досягнуто граничного стану. Так, наприклад, надійності  $P = 0,9998$  відповідає характеристика безпеки  $\beta = 3,8$ .

## 4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**4.1** Цей стандарт встановлює процедуру оцінювання технічного стану елементів мостів, споруди в цілому та прогнозування строку їх служби.

**4.2** Міст та мостовий перехід розглядаються як система з семи груп конструктивних елементів:

- елементи проїзної частини;
- елементи прогонової будови;
- опори та опорні частини;
- фундаменти;
- підмостове русло;
- регуляційні споруди;
- підходи.

**4.3** Оцінювання і прогнозування технічного стану мостів та їх елементів визначаються на основі даних нагляду і спостережень, результатів обстежень та/або випробувань, виконаних згідно з ДБН В.2.3-6 та на основі відповідних перевірочних розрахунків.

**4.4** Послідовність оцінювання і прогнозування технічного стану складається з таких основних кроків:

- збір вихідних даних для оцінки і прогнозування технічного стану елементів моста;
- визначення стану елементів моста за класифікаційними таблицями експлуатаційних станів;
- визначення стану прогонових будов мостів за результатами натурних динамічних випробувань;
- уточнення стану елементів за обчисленням вантажопідйомності;
- визначення стану елементів за реальною характеристикою безпеки елементів;
- прогнозування строку безпечної експлуатації елементів (визначення залишкового ресурсу);
- оцінювання технічного стану моста в цілому для визначення необхідності проведення певних експлуатаційних заходів для споруди.

**4.5** Оцінювання технічного стану всіх поіменованих у 4.2 елементів виконується шляхом класифікації їх за експлуатаційним станом. Викладена у розділі 5 методика містить правила для

такої класифікації.

**4.6** Приймається, що елементи моста протягом життєвого циклу експлуатації знаходяться в одному з п'яти експлуатаційних станів, які наведено в таблиці 4.1.

**4.7** Основою для класифікації елементів моста згідно з 4.6 є:

- первинна технічна документація моста;
- дані експлуатаційної документації;
- аналіз історії експлуатації;
- дані детального обстеження всієї споруди та її елементів;
- дані динамічного дослідження;
- визначення реальної міцності матеріалів елементів споруди;
- виконання перевірочних розрахунків вантажопідйомності;
- визначення реальної характеристики безпеки елементів;
- за необхідності, перевірка моста випробувальним навантаженням.

**Таблиця 4.1** - Класифікація експлуатаційних станів елементів

Експлуатаційний стан	Назва експлуатаційного стану	Узагальнена характеристика стану
Стан 1	Справний	Елемент відповідає всім вимогам проекту та чинних норм експлуатації
Стан 2	Обмежено справний	Елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги ані першої, ані другої груп граничних станів
Стан 3	Працездатний	Елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги першої групи граничних станів. Можливе часткове порушення вимог другої групи граничних станів, якщо це не обмежує нормального функціонування споруди
Стан 4	Обмежено працездатний	Можливе часткове порушення вимог першої групи граничних станів. Порушуються вимоги другої групи граничних станів. Споруда експлуатується в обмеженому режимі і вимагає спеціального контролю за станом її елементів
Стан 5	Непрацездатний	Елемент не відповідає вимогам першої групи граничних станів і з'ясовується неможливість їх задоволення, що свідчить про необхідність припинення експлуатації споруди
<b>Примітка.</b> Названі в таблиці граничні стани визначаються відповідно до ДБН В.1.2-14.		

## **5 ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ**

### **5.1 Визначення стану елементів мостів за результатами обстежень та/або випробувань**

**5.1.1** Основою оцінювання технічного стану є класифікація експлуатаційного стану елементів моста згідно з таблицею 4.1.

**5.1.2** Процедура класифікації експлуатаційного стану елементів моста за результатами обстежень полягає у співставленні характерних дефектів і пошкоджень, інших ознак деградації, які зафіксовано в процесі нагляду, обстежень та випробувань, з описом ознак деградації, що наводяться у класифікаційних таблицях додатка А.У результаті класифікації елемент споруди за своїми ознаками зносу відноситься до одного з п'яти експлуатаційних станів відповідно до таблиці 4.1.

**5.1.3** У випадку, коли елемент або рівень його зносу не наведено в таблицях додатка А, експерт класифікує стан, користуючись загальним описом експлуатаційних станів відповідно до таблиці 4.1 та розрахунком визначальних елементів моста несної здатності і надійності (характеристики безпеки) за першою та другою групами граничних станів. У випадку прогонових будов з наскрізними металевими фермами класифікація виконується у відповідності до ДБН 362-92.

**5.1.4** Кожному з експлуатаційних станів відповідає надійність, що визначається відповідно до моделі деградації, яку наведено в цьому стандарті (таблиця 5.1).

**5.1.5** У всіх випадках класифікації, коли є сумніви відносно того, до якого із двох сусідніх експлуатаційних станів належить віднести елемент, рекомендується приймати нижчий. Для елементів прогонових будов у такому випадку остаточне рішення приймається за результатами визначення їх вантажопідйомності або реальної характеристики безпеки.

**Таблиця 5.1** - Верхні значення надійності елементів

Експлуатаційний стан	Назва експлуатаційного стану	Надійність за першою групою граничних станів $P$ ,	Характеристика безпеки $\beta$
Стан 1	Справний	0,999844	3,80
Стан 2	Обмежено справний	0,998363	2,95
Стан 3	Працездатний	0,992461	2,43
Стан 4	Обмежено працездатний	0,979771	2,05
Стан 5	Непрацездатний	0,958351	1,74

## 5.2 Визначення стану прогонових будов мостів за результатами обчислення їх вантажопідйомності

**5.2.1** Визначення вантажопідйомності за наведеною нижче послідовністю є обов'язковою і служить для уточнення класифікації експлуатаційного стану елемента.

Вантажопідйомність визначається відносно характеристичних тимчасових рухомих навантажень:

а) колон навантажень Н-30, що встановлюються на лінії впливу зусиль та в поперечному перерізі згідно з [1];

б) автомобільного навантаження за схемою АК відповідно до ДБН В.1.2-15;

в) колісного транспортного засобу НК-80 або НК-100 згідно з ДБН В.1.2 15;

г) навантаження від трамваю відповідно до ДБН В.1.2-15;

д) навантаження від метрополітену згідно з ДБН В.1.2-15;

е) навантаження від натовпу згідно з ДБН В.1.2-15.

**5.2.2** Розрахунок вантажопідйомності елементів моста виконується на основі реальних розмірів елементів споруди, механічних характеристик матеріалів та опису наявних дефектів, які визначено в результаті обстеження.

**5.2.3** Вантажопідйомність елементів моста встановлюється в результаті порівняння зусиль від характеристичних тимчасових рухомих навантажень у перерізах елементів з граничними значеннями. Має виконуватись умова

де  $S_{\rho}$  - граничне зусилля (несна здатність) перерізу на дію тимчасового рухомого навантаження, яке визначено на основі натурних розмірів елементів моста, механічних характеристик матеріалів та з урахуванням наявних дефектів;

$S_{тум}$  - зусилля від тимчасових рухомих навантажень, що розглядаються.

Граничне зусилля  $S_{sp}$  визначається за формулою:

де  $S$  - повне граничне зусилля (несна здатність) перерізу, яке визначено на основі натурних розмірів елементів споруди, механічних характеристик матеріалів та з урахуванням наявних дефектів;

$S_{пост}$  - зусилля від всіх постійних проектних та додаткових експлуатаційних навантажень, виявлено в результаті обстеження.

**5.2.4** Умову (5.1) слід перевірити для першого та другого граничних станів, де зусиллям моменти, поперечні сили, осьові сили, що діють за розрахунковою схемою роботи елемент споруди. Перевіряються основні проектні перерізи. За необхідності експерт може додатково повірити нерівність (5.1) в інших перерізах.

Якщо нерівність (5.1) не задовольняється, тобто  $Sg_p < S_{\text{тум}}$ , величину зниження вантажопідйомності  $\delta$  (у відсотках), за якою класифікується експлуатаційний стан, визначають за формулою:

**5.2.5** Якщо нерівність (5.1) не задовольняється, тобто  $Sg_p < S_{\text{тум}}$ , величину зниження вантажопідйомності  $\delta$  (у відсотках), за якою класифікується експлуатаційний стан, визначають за формулою:

**5.2.6** За необхідності може бути проведено випробування моста контрольним навантаженням згідно з ДБН В.2.3-6.

**5.2.7** Класифікацію експлуатаційного стану елементів мостів за результатами визначення їх вантажопідйомності наведено в таблиці 5.2.

**Таблиця 5.2** - Уточнення класифікації стану прогонових будов за вантажопідйомністю

Експлуатаційний стан	Назва експлуатаційного стану	Зниження вантажопідйомності $\delta$ , %
Стан 1	Справний	$0 < \delta \leq 0,1$
Стан 2	Обмежено справний	$0,1 < \delta \leq 3,2$
Стан 3	Працездатний	$3,2 < \delta \leq 14,6$
Стан 4	Обмежено працездатний	$14,6 < \delta \leq 40,0$
Стан 5	Непрацездатний	$\delta \geq 40,0$

**5.2.8** Розрахунки для визначення можливості пропуску великовагового транспортного засобу по мосту виконують лише за першим граничним станом.

**5.2.9** Дозволяється не проводити розрахунки залізобетонних прогонових будов за тріщиностійкістю для мостів, які мають у прогоновій будові тріщини з розкриттям менше ніж 0,2 мм, при відповідному обґрунтуванні.

**5.2.10** Для визначення вантажопідйомності елементів мостів від реальних експлуатаційних навантажень, які залежать від максимальної ваги в тоннах поодинокого автомобіля в колоні рухомого навантаження, розрахунки виконуються за схемами Н-30 та Н-40. Алгоритм визначення вантажопідйомності прогонових будов наведено в додатку Б.

### **5.3 Визначення стану прогонових будов мостів за результатами обчислення характеристики безпеки**

**5.3.1** Для класифікації стану прогонових будов мостів аналітично визначається реальна, на час обстеження, характеристика безпеки  $r$ .

**5.3.2** Початковими даними для визначення  $r$  елемента є механічні характеристики матеріалів та кількісні показники деградації його поперечного перерізу, визначені за матеріалами обстежень. Параметрами, що відображають імовірнісну природу факторів напружено-деформованого стану елемента, є коефіцієнти варіації характеристик міцності матеріалів та тимчасового рухомого навантаження. Ці дані не залежать від поточного стану елемента моста і наводяться в алгоритмі обчислення характеристики безпеки в додатку В.

**5.4** Визначення технічного стану прогонових будов мостів за результатами натурних динамічних випробувань

**5.4.1** Оцінку стану прогонових будов мостів виконують за величиною зміни їх власних частот та нормалізованих власних форм коливань у порівнянні з їх значеннями, які було зафіксовано за попередньої оцінки стану конструкції. Незмінність цих частотних характеристик є критерієм стабільного стану конструкції, а їх зміни є ознакою погіршення технічного стану.

**5.4.2** При проведенні перших динамічних випробувань натурні дані порівнюються з розрахунковими.

**5.4.3** Динамічні характеристики є інтегральними параметрами конструкції, і тому отримані

дані є орієнтовними.

**5.4.4** Класифікацію стану прогонових будов у залежності від зміни їх частотних характеристик наведено в таблиці А.22.

### 5.5 Призначення експлуатаційних заходів

**5.5.1** Для кожного з експлуатаційних станів визначено необхідні експлуатаційні заходи та рівень зносу. У таблиці 5.3 надаються регламентовані експлуатаційні заходи для кожного стану.

**Таблиця 5.3** - Деградація елементів та експлуатаційні заходи

Експлуатаційний стан	Характеристика безпеки $\rho$	Знос елемента, %	Експлуатаційні заходи
Стан 1 Справний	3,8	0-3	Ведуться планові обстеження та догляд
Стан 2 Обмежено справний	3,0	4-8	Ведуться планові обстеження, догляд та поточні ремонти без обмеження руху
Стан 3 Працездатний	2,4	9-27	Ведуться планові обстеження, скорочуються терміни між періодичними оглядами, виконуються поточні ремонти. За необхідності, обмежується швидкість руху
Стан 4 Обмежено працездатний	2,1	28-42	Ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт. Відповідно до дефектів конструкцій обмежується рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами. За необхідності, розробляються спеціальні заходи забезпечення безаварійної експлуатації моста
Стан 5 Непрацездатний	1,7	> 43	Ведеться постійний нагляд та контроль за виконанням обмежень руху з залученням спеціалізованої організації. Терміново вирішується питання про реконструкцію споруди або ж про її закриття. Вживаються тимчасові заходи щодо запобігання аварії

## 6 ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ

**6.1** Строк безаварійної експлуатації моста прогнозується за результатом розв'язання задачі визначення часу переходу елементів моста з одного експлуатаційного стану до іншого, нижчого рівня. Модель деградації елемента, тобто перехід з одного експлуатаційного стану до іншого, описується як процес Пуассона з дискретними станами та неперервним часом

де  $P_i$  - надійність елемента в  $i$ -му експлуатаційному стані;

$X$  - параметр, інтенсивність відмов;

$e$  - постійна,  $e = 2,718$ ;

$t$  - час.

Залежність (6.1) дає змогу знайти час переходу з одного стану до іншого при заданому параметрі інтенсивності відмов- $\lambda$ .

**6.2** Вихідними даними для визначення остаточного ресурсу є надійність елемента  $P_i$  та час, що пройшов від початку експлуатації до стану  $i$ , який визначається часом  $t$ . Ці дані отримуються за результатами оглядів та обстежень, перевірочних розрахунків вантажопідйомності, обчислення реальної характеристики безпеки  $\beta$

та класифікації експлуатаційного стану.

**6.3** Інтенсивність відмов  $X$  для елемента знаходиться з рівняння (6.1), коли відомі початкові умови:

а) надійність елемента в  $i$ -му експлуатаційному стані  $P_i$  яку отримано з класифікаційної таблиці експлуатаційних станів;

б) час  $t$ , що пройшов від початку експлуатації елемента до моменту класифікації його експлуатаційного стану.

Для практичних розрахунків у додатку Г наведено алгоритм, допоміжні таблиці та номограму для визначення параметра інтенсивності відмов. Програму розв'язання нелінійних рівнянь у середовищі комплексу MathCAD наведено в додатку Д.

**6.4** Із рівняння деградації елемента (6.1) за відомою надійністю елемента  $P_i$  в стані  $i$  та визначеним параметром інтенсивності відмов елемента  $X$  знаходиться час  $T_n$ , який пройде від початку експлуатації елемента до стану  $n$ . У випадку  $n = 5$  час  $T_n$  буде прогнозуванням залишкового ресурсу.

У додатку Г наведено розв'язання рівняння (6.1) для фіксованих значень інтенсивності відмов елемента  $X$ .

**6.5** У випадку відновлення (ремонт), який повертає елемент із стану  $i$  до вищого стану  $j < i$ , що відповідає новим фізико-механічним властивостям елемента, номер стану визначається за результатами обчислення вантажопідйомності елемента (табл. 5.2) та характеристики безпеки (табл. 5.1).

## 7 ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СПОРУДИ В ЦІЛОМУ

**7.1** Для інтегральної оцінки технічного стану моста введено формалізовану експертну оцінку споруди в цілому.

**7.2** Експлуатаційна оцінка моста в цілому є узагальненою характеристикою експлуатаційної придатності за станом усіх його елементів.

**7.3** Кількісним показником експертного визначення технічного стану споруди (мостового переходу в цілому) є формалізована експертна оцінка (рейтинг), що служить:

- для визначення потреб у ремонті або реконструкції мостів та для планування експлуатаційних заходів у рамках певної дорожньої мережі;

- для планування видатків на ремонт, реконструкцію або будівництво нового моста.

**7.4** Експертна експлуатаційна оцінка служить у системі управління мостами показником необхідності виконання експлуатаційних заходів:

- встановлення режиму утримання споруди;

- встановлення термінів і виду ремонту;

- прийняття рішення щодо необхідності та доцільності заміни, реконструкції або капітального ремонту споруди.

**7.5** Експертна експлуатаційна оцінка технічного стану споруди визначається за шкалою безрозмірних коефіцієнтів  $E$  у 100 балів.

**7.6** Експертна експлуатаційна оцінка є середньозваженим значенням визначення експлуатаційного стану груп конструктивних елементів споруди, що розглядаються в 4.2.

Експлуатаційний стан групи елементів приймається за станом найбільш слабкого елемента в групі.

**7.7** Обчислюється експертна оцінка  $E$  технічного стану споруди за формулою

де  $D_i$  - номер експлуатаційного стану групи конструктивних елементів споруди згідно з класифікаційною таблицею 4.1;  $a_i$  - коефіцієнти впливу стану  $i$ -ї групи елементів на загальний стан споруди (нормалізовані коефіцієнти ваги),  $i = 1, 2, \dots, 7$ .

Значення вагових коефіцієнтів надано в таблиці 7.1.

**Таблиця 7.1** - Вагові коефіцієнти  $a_i$  у формулі експертної оцінки технічного стану споруди

Вид споруди	Групи елементів
-------------	-----------------



	Проїзна частина	Прогонова будова	Опора та опорні частини	Фундамент	Підмостове русло	Регуляційна споруда	Підходи
Міст через водну перешкоду	0,04	0,40	0,25	0,15	0,09	0,05	0,02
Міст без регуляційних споруд	0,05	0,44	0,25	0,15	0,09	-	0,03
Шляхопровід, естакада, віадук	0,05	0,56	0,25	0,12	-	-	0,02

7.8 У залежності від стану споруди за таблицею 7.2 визначається необхідність у виконанні експлуатаційних заходів.

**Таблиця 7.2 - Необхідність у виконанні експлуатаційних заходів**

Експлуатаційний стан	Оціночна шкала балів	Експлуатаційні заходи
Стан 1 Справний	100-95	Ведуться планові обстеження та догляд
Стан 2 Обмежено справний	94-80	Ведуться планові обстеження, догляд та поточні ремонти без обмеження руху
Стан 3 Працездатний	79-60	Ведуться планові обстеження, скорочуються терміни між періодичними оглядами, виконуються поточні ремонти. За необхідності, обмежується швидкість руху

Кінець таблиці 7.2

Експлуатаційний стан	Оціночна шкала балів	Експлуатаційні заходи
Стан 4 Обмежено працездатний	59-40	Ведуться обстеження за спеціальним графіком, виконується капітальний ремонт. Відповідно до дефектів конструкцій обмежується рух транспортних засобів за вагою, швидкістю та габаритними параметрами. За необхідності, розробляються спеціальні заходи із забезпечення безаварійної експлуатації моста
Стан 5 Непрацездатний	≤ 39	Ведеться постійний нагляд та контроль за виконанням обмежень руху з залученням спеціалізованої організації. Терміново вирішується питання про реконструкцію споруди або про її закриття. Вживаються тимчасові заходи до запобігання аварії

ДОДАТОК А

(довідковий)

**КЛАСИФІКАЦІЙНІ ТАБЛИЦІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ СТАНІВ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ**

**Таблиця А.1 - Експлуатаційні стани мостового полотна**

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	<p>Додатковий шар асфальтобетону до 2 см (поверхнева обробка)                      Поодинокі тріщини в покритті з розкриттям до 0,5 мм                      Незначні пошкодження поперечного профілю                      Незначні пошкодження поздовжнього профілю                      Невеликі просадки при в'їзді на міст (до 2 см)</p>	0-1
2	<p>Поперечні тріщини в покритті від бордюру до середини проїзної частини до 3 мм                      Похилі тріщини в покритті від бордюру до середини проїзної частини до 3 мм                      Колійність вздовж бордюрів до 3 см                      Напливи біля бордюрів до 3 см                      Тріщини в покритті тротуарів у стиках тротуарних плит з розкриттям до 1 мм                      Лущення фарби металевої поручневої огорожі                      Лущення фарби металевої бар'єрної огорожі                      Незначна погнутість заповнення поручневої огорожі                      Незначна погнутість заповнення стрічки металевої бар'єрної огорожі                      Відсутність болтів з'єднання секцій металевої бар'єрної огорожі                      Недостатня довжина водовідвідних трубок. Відсутність плавного з'єднання моста з насипом підходів</p>	2-4
3	<p>Вибоїни і ями в покритті завглибшки до 3 см площею 10 % від загальної площі проїзної частини. Колійність вздовж бордюрів до 5 см                      Напливи біля бордюрів до 5 см                      Поперечні хвилі в покритті перед в'їздом на міст                      Поперечні тріщини в покритті перед в'їздом на міст                      Руйнування асфальтобетонного покриття в місцях розташування деформаційних швів                      Пошкодження елементів деформаційних швів. Тріщини в покритті над деформаційними швами                      Відсутність деформаційних швів на тротуарах. Руйнування покриття на тротуарах                      Пошкодження залізобетонної поручневої огорожі (корозія бетону і арматури)                      Пошкодження залізобетонної бар'єрної огорожі (корозія бетону і арматури)                      Корозія металевої поручневої огорожі. Пошкодження захисного шару                      Засміченість покриття водовідвідних трубок                      Заповнення асфальтобетоном покриття водовідвідних трубок                      Застої води на проїзній частині</p>	15-24
4	<p>Значні пошкодження поперечного профілю                      Значні пошкодження поздовжнього профілю                      Вибоїни і ями в покритті завглибшки до 5 см площею 25 % від загальної площі проїзної частини                      Пошкодження гідроізоляції проїзної частини                      Розладнання деформаційних швів                      Відсутність секцій поручневої огорожі                      Відрив стояків бар'єрної огорожі                      Пошкодження бетону тротуарних плит з оголенням і корозією арматури                      Відсутність покриття на тротуарах                      Відсутність гідроізоляції на тротуарах</p>	25-33

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
4	Відсутність водовідвідних трубок Значна корозія водовідвідних трубок Руйнування водовідвідного лотка	25-33
5	Поздовжні тріщини в покритті над поздовжніми стиками балок Провалювання при в'їздах Вибоїни і ями в покритті завглибшки від 8 см до 10 см площею від 40 % до 50 % від загальної площі проїзної частини Повне руйнування деформаційних швів Проломи тротуарних плит Протічки води крізь дорожнє покриття на елементи моста	≥ 34

**Таблиця А.2 - Експлуатаційні стани прогонових будов із звичайного залізобетону**

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Поодинокі тріщини у розтягнутому бетоні з розкриттям від 0,1 мм до 0,2 мм Поодинокі тріщини у розтягнутому бетоні за відсутності агресивного середовища з розкриттям до 0,3 мм Усадочні тріщини з розкриттям до 0,2 мм Місцеві сколювання бетону без оголення арматури Поодинокі раковини на зовнішній поверхні прогонових будов Патьоки на зовнішній поверхні прогонових будов без слідів іржі Водневий показник рН = 11	0-1
2	Мережа усадочних тріщин Місцеві оголення арматури Сліди вилуговування бетону Силові тріщини у розтягнутій зоні конструкцій з розкриттям від 0,2 мм до 0,3 мм Водневий показник рН = 10	2-4
3	Окремі поперечні тріщини в розтягнутій зоні з розкриттям понад 0,3 мм Окремі похилі тріщини в розтягнутій зоні з розкриттям понад 0,3 мм Пошкодження захисного шару бетону Корозія арматури Фільтрація води крізь плиту проїзної частини з пошкодженням бетону (вилуговування, розморожування) Окремі пошкодження поперечного об'єднання балок Водневий показник рН = 9	5-14
4	Численні тріщини з розкриттям понад 0,3 мм Інтенсивна корозія арматури з ослабленням площі понад 10 % Пошкодження бетону від вилуговування його на більшій частині плити проїзної частини Пошкодження бетону від розморожування його на більшій частині плити проїзної частини Місцеве пошкодження поперечних в'язей між елементами прогонових будов Водневий показник рН = 8	15-33

Кінець таблиці А.2

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
5	Силові тріщини в стисненій зоні бетону з розкриттям понад 0,2	≥ 34

<p>мм</p> <p>Наскрізнi похилi трiщини в приопорних дiлянках</p> <p>Значна корозiя арматури з послабленням площi понад 30 %</p> <p>Руйнування поперечного об'єднання балок прогонових будов з утворенням груп балок, якi не забезпечують самостiйного сприйняття характеристичних навантажень</p> <p>Загальнi деформацiї (прогини) конструкцiй вiд випробувального навантаження,</p> <p>приведенi до характеристичних тимчасових навантажень, перевищують</p> <p>регламентованi згiдно з ДБН В.2.3-22</p> <p>Залишковi деформацiї перевищують 1/3 пружного прогину</p> <p>Прогини блокiв збiрних мостiв нерiвномiрнi</p> <p>Вiдсутнє надiйне обпирання головних балок на опорнi частини або ригелi опор</p> <p>Водневий показник pH = 7</p>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**Таблиця А.3** - Експлуатацiйнi стани прогонових будов з попередньо напруженого залiзобетону

Стан	Дефект або пошкодження	Вiдсотки зносу
1	Поодинокi сколювання у бетонi незначних розмiрiв без оголення арматури Поодинокi раковини у бетонi незначних розмiрiв без оголення арматури Мiсцевi патьоки на зовнiшнiй поверхнi прогонових будов без слiдiв вилугування Поодинокi волосяни трiщини без слiдiв iржi з розкриттям до 0,2 мм Водневий показник pH = 11	0-1
2	Мiсцевi температурно-усадочнi трiщини з розкриттям вiд 0,1 мм до 0,2 мм Мiсцевi сколювання бетону без оголення арматури Мiсцевi раковини без оголення арматури Мiсцевi патьоки без оголення арматури Водневий показник pH = 10	2-4
3	Чисельнi сколювання у розтягнутiй зонi конструкцiї Чисельнi раковини у розтягнутому бетонi Слiди вилугування на плитi проїзної частини Незначнi пошкодження в'язей мiж елементами прогонових будов Водневий показник pH = 9 Поодиноке розкриття силових трiщин у похилих перерiзах або вздовж арматури у разi достатньої мiцностi захисного шару бетону	5-14
4	Трiщини у розтягнутому бетонi з розкриттям понад 0,2 мм Похилi силовi трiщини в опорних зонах Температурнi трiщини в опорних зонах Недостатня рухомiсть опорних частин Пошкодження опорних частин Угон опорних частин Слiди вилугування бетону на плитi проїзної частини Слiди вилугування бетону на ребрах балок Пошкодження поперечних в'язей мiж елементами Водневий показник pH = 8	15-33

Кiнець таблицi А.3

Стан	Дефект або пошкодження	Вiдсотки зносу
5	Поздовжнi трiщини у стисненому бетонi вздовж попередньо напруженої арматури з вiдшаруванням захисного шару бетону	≥ 34

Сліди іржі біля тріщин Порушення спільної роботи елементів прогонової будови Нерівномірний прогин елементів прогонової будови Водневий показник рН = 7	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**Таблиця А.4 - Експлуатаційні стани прогонових будов сталевих мостів**

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Місцеві пошкодження антикорозійного покриття Дефекти фарби: тріщини, міхури, злущення Незначні погнутості елементів решітки, які не знижують міцності Застій води на проїзній частині Зволоження елементів	0-1
2	Місцеві погнутості на поличках балок Місцеві погнутості на поясах ферм Незначна корозія в'язей Неякісні зварні з'єднання Неякісні заклепкові з'єднання Окремі шлакові включення у зварних швах Окремі пори у зварних швах Нещільне прилягання головок окремих заклепок Корозія не перевищує 2 % поверхні балок або ферм	2-4
3	Незначна корозія елементів ферм Незначна корозія елементів балок Послаблення деяких заклепок Пошкодження несних елементів проїзної частини Невстановлення зварних з'єднань при кріпленні в'язей Невстановлення болтових з'єднань при кріпленні в'язей Пропуск зварних з'єднань при кріпленні в'язей Пропуск болтових з'єднань при кріпленні в'язей Непрямолінійність розтягнутих елементів Зміщення головки заклепки від її осі до 0,1 d, d - діаметр Нещільне стягування пакета із сталевих листів високоміцними болтами Корозія не перевищує 4 % поверхні балок або ферм	5-14
4	Тріщини від втомленості у косинках ферм та інших елементах Наявність окремих розірваних болтів у вузлах з'єднання елементів Наявність окремих розірваних зварних швів у вузлах з'єднання елементів Незаповненість зварних швів Підрізи основного металу при зварюванні Непровари в зварних швах Шлакові включення в зварних швах Тріщинуватість головок заклепок Зарубки головок заклепок Випучування стінки суцільної балки до 0,003h, h - висота балки	15-33

Кінець таблиці А.4

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
4	Перекіс поличок елементів таврового перерізу	15-33

	<p>Перекіс полицок елементів двотаврового перерізу</p> <p>Тріщини в болтах</p> <p>Тріщини в гайках</p> <p>Зминання шайб</p> <p>Зминання головки болта</p> <p>Недостатня довжина різі болта</p> <p>Корозія не перевищує 6 % поверхні балок або ферм</p>	
5	<p>Корозія основних несних елементів</p> <p>Тріщини від втомленості металу</p> <p>Залишкові прогини балок</p> <p>Провисання ферм</p> <p>Тріщини зварних з'єднань у вузлах опорних елементів</p> <p>Тріщини та розриви болтових з'єднань у вузлах опорних елементів</p> <p>Тріщини та розриви зварних з'єднань у вузлах зв'язувальних елементів</p> <p>Тріщини болтових з'єднань у вузлах зв'язувальних елементів</p> <p>Втрата стійкості стиснених елементів</p> <p>Тріщини у зварних швах</p> <p>Тріщини у навколошовній зоні</p> <p>Напливи у зварних швах</p> <p>Кратери у зварних швах</p> <p>Звуження зварних швів</p> <p>Переривання зварних швів</p> <p>Розриви горизонтальних зв'язків верхнього пояса ферм прогонових будов з їздою по низу</p> <p>Корозія перевищує 10 % поверхні балок або ферм</p>	≥ 34

**Таблиця А.5 - Експлуатаційні стани прогонових будов сталевих залізобетонних мостів**

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	<p>Місцеві пошкодження пофарбування</p> <p>Місцева погнутість елементів решітки, що не знижує їх міцності</p>	0-1
2	<p>Місцева погнутість поясів ферм</p> <p>Місцева погнутість стиснутих елементів ферм</p> <p>Незначна корозія з'єднань</p> <p>Корозія металу внаслідок порушення термінів пофарбування з ознаками замокання</p> <p>Корозія металу внаслідок неякісного виконання пофарбування з ознаками замокання</p> <p>Іржаві патьоки червоно-бурого кольору у пофарбуванні біля тріщин, що з'явилися внаслідок помилок проекту</p> <p>Іржаві патьоки червоно-бурого кольору у пофарбуванні біля тріщин, що з'явилися внаслідок помилок виконання</p> <p>Тривалий застій води в елементах з'єднань</p> <p>Тривалий застій води в елементах поясів</p> <p>Корозія не перевищує 2 % поверхні балок або ферм</p>	2-4

Кінець таблиці А.5

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
3	<p>Незначна корозія ферм</p> <p>Незначна корозія балок</p> <p>Деформація окремих елементів з'єднань</p> <p>Тріщини у зварних швах через неякісне виконання зварювання</p>	5-14

	<p>Непровари у зварних швах через неякісне виконання зварювання</p> <p>Шлакові включення у зварних швах через неякісне виконання зварювання</p> <p>Пори у зварних швах через неякісне виконання зварювання</p> <p>Пропалення ділянок зварних швів через неякісне виконання зварювання</p> <p>Ослаблення поодиноких заклепок</p> <p>Ослаблення поодиноких болтів</p> <p>Корозія не перевищує 4 % поверхні балок або ферм</p>	
4	<p>Значна корозія балочної клітки Значна корозія з'єднань Ослаблення груп заклепок Ослаблення груп болтів Розриви окремих елементів з'єднань</p> <p>Тріщини втомленості у косинках ферм та інших елементах конструкцій</p> <p>Пробої в мостах з їздою понизу внаслідок ударів транспортних засобів або при недостатніх габаритах проїзду</p> <p>Вм'ятини в мостах з їздою понизу внаслідок ударів транспортних засобів або при недостатніх габаритах проїзду</p> <p>Місцева погнутість в мостах з їздою понизу внаслідок ударів транспортних засобів або при недостатніх габаритах проїзду</p> <p>Розриви в мостах з їздою понизу внаслідок ударів транспортних засобів або при недостатніх габаритах проїзду Викривлення елементів</p> <p>Втрата стійкості верхніх поясів у відкритих мостах з їздою понизу через помилки проекту або зростання навантажень</p> <p>Корозія не перевищує 6 % поверхні балок або ферм</p>	15-33
5	<p>Значна корозія металу більше за 10 % його площі з ослабленням усіх елементів</p> <p>Тріщини втомленості в елементах ферм</p> <p>Деформації стиснутих елементів ферм</p> <p>Деформації решітки ферм</p> <p>Нерівномірний поздовжній прогин</p> <p>Нерівномірний поперечний прогин</p> <p>Провисання ферм</p> <p>Перекіс опорних частин</p> <p>Розшарування листів металу</p> <p>Тріщини у зонах з'єднань полицок зі стінками зварних двотаврових балок великого перерізу, особливо в старих мостах через низьку якість сталі</p> <p>Наявність тріщин у зонах з'єднань полицок зі стінками прокатних двотаврових балок великого перерізу, особливо в старих мостах через низьку якість сталі</p>	> 34

**Таблиця А.6 - Експлуатаційні стани залізобетонних плит сталезалізобетонних мостів**

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	<p>Окремі вибоїни</p> <p>Окремі раковини</p> <p>Дрібні тріщини з розкриттям до 0,2 мм без оголення арматури і слідів іржі</p> <p>Водневий показник рН = 11</p>	0-1
2	<p>Сітки тріщин від усадки</p> <p>Місцеве оголення арматури</p> <p>Незначні сліди вилуговування</p> <p>Затікання в окремих місцях</p> <p>Водневий показник рН = 10</p>	2-4

3	Вилуговування бетону у вигляді сталактитів Вилуговування бетону у вигляді висолів Вилуговування бетону у вигляді плям іржі Оголення арматури на значній площі Руйнування плити проїзної частини у зонах деформаційних швів Сколювання в монолітній частині плити Раковини в монолітній частині плити Каверни в монолітній частині плити Сколювання в зонах омонолічування Раковини в зонах омонолічування Каверни в зонах омонолічування Водневий показник рН = 9	5-14
4	Сітка тріщин у зонах від'ємних моментів над опорами нерозрізних сталезалізобетонних мостів внаслідок зростання тимчасового навантаження Водневий показник рН = 8	15-33
5	Сітка тріщин у зонах розміщення упорів сталезалізобетонних мостів через розладнання з'єднань зі сталевими балками Неякісне ущільнення бетону в окремих збірних плитах Водневий показник рН = 7	≥ 34

**Таблиця А.7** - Експлуатаційні стани металевих опорних частин

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Пошкодження фарби на металевих деталях незначні	0-1
2	Пошкодження місцеві на поверхнях тертя Масило на поверхнях тертя відсутнє Місцеве пошкодження фарби бокових поверхонь Часткова корозія бокових поверхонь	2-4
3	Суцільна корозія поверхонь тертя опорних частин пошкодження бетону (тріщини, сколювання) несних конструкцій (балок, підфермеників) поруч з опорними пластинами	5-14
4	Зміщення опорних частин від проектного положення Надвеликий нахил валків опорних частин Перекіс коткових опорних частин Угон коткових опорних частин Часткове зменшення рухомості опорних частин	15-33

Кінець таблиці А.7

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
5	Тріщини елементів опорних частин Відколи елементів опорних частин Зрізи елементів опорних частин Розриви елементів опорних частин Значне зменшення рухомості елементів опорних частин	≥ 34

**Таблиця А.8** - Експлуатаційні стани залізобетонних опорних частин



Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
		зносу
1	Пошкодження фарби на металевих деталях незначне	0-1
2	Корозія верхньої металевої деталі (пластини) опорних частин Корозія нижньої металевої деталі (пластини) опорних частин Відсутність мастила на поверхнях тертя Лущення фарби на металевих деталях Відсутність фарби на металевих деталях	2-4
3	Сколювання бетону у валках опорних частин Поздовжні тріщини у валках опорних частин Місцеві пошкодження поверхонь тертя	5-14
4	Розшарування бетону тіла опорних частин з оголенням та корозією арматури Зміщення опорних частин від проектного положення Надвеликий нахил валків опорних частин	15-33
5	Тріщини в елементах опорних частин Сколювання в елементах опорних частин Зрізи елементів опорних частин Розриви елементів опорних частин Зменшення рухомості опорних частин Заклинювання опорних частин Руйнування елементів опорних частин Втрата елементів опорних частин	> 34

**Таблиця А.9** - Експлуатаційні стани гумових опорних частин

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
		зносу
1	Тіло опорних частин має невеликі нахили	0-1
2	Значні нахили тіла опорних частин Гумові поверхні мають сліди старіння гуми - шорстка нерівна поверхня Гумові поверхні мають сліди старіння гуми - наявна сітка мілких тріщин	2-4
3	Випирання гуми Пухирі в гумі Тріщини вздовж металевих пластин армування гумових опорних частин Зміщення опорних частин із нависанням за підферменик Відсутність повного контакту опорних частин по всій їх поверхні	5-14
4	Розриви вздовж металевих пластин (відшарування) Наявність значних зон відлипання опорних частин від підфермеників Корозія металевих пластин	15-33
5	Відриви опорних частин Розриви опорних частин наскрізь Суцільне руйнування тіла опорних частин	≥ 34

**Таблиця А.10** - Експлуатаційні стани залізобетонних (кам'яних) підфермеників

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
		зносу

1	Поверхні захисного шару бетону або каменю мають незначні раковини	0-1
2	Замокання частини тіла підферменика через деформаційний шов Сліди вилуговування захисного шару (зміна кольору бетону) Окремі волосяні тріщини	2-4
3	Тріщини у залізобетонних підфермениках з розкриттям до 0,3 мм Сколювання захисного шару бетону ребер з оголенням арматури Сколювання захисного шару бетону граней з оголенням арматури Вивітрювання каменю тіла кам'яних підфермеників	5-14
4	Значні сколювання тіла підфермеників Вертикальні тріщини з розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм Часткове оголення анкерів опорних частин	15-33
5	Суцільне розтріскування тіла підферменика Втрата частки тіла підферменика під опорною частиною Зависання опорної частини Пересування опорної частини Руйнування стику між підфермеником та ригелем	> 34

**Таблиця А.11** - Експлуатаційні стани ригелів опор

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
		знос
1	Поверхні захисного шару граней ригелів мають незначні фізичні пошкодження Невеликі сліди висолів на гранях ригелів Незначні пошкодження монолітних стиків збірних елементів ригелів Водневий показник рН = 11	0-1
2	Значні за розмірами сліди висолів на гранях ригелів Луціння бетонної поверхні Наявність окремих тріщин із розкриттям до 0,3 мм Локальні сітки тріщин із розкриттям 0,1 мм - 0,3 мм Локальне вилуговування захисного шару Наявні нахили ригелів Водневий показник рН = 10	2-4
3	Руйнування (вивітрювання) бетону на глибину до 10 мм на бокових поверхнях консолей ригелів Руйнування (вивітрювання) бетону на глибину до 10 мм на торцевих поверхнях консолей ригелів Сколювання захисного шару граней Оголення та корозія арматури Горизонтальні тріщини з розкриттям від 0,1 мм до 0,5 мм Вертикальні тріщини з розкриттям до 1,5 мм Суцільна сітка тріщин на верхній поверхні ригелів з розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм Суцільна сітка тріщин на нижній поверхні ригелів з розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм Окремі відколи бетону на глибину до 30 мм Водневий показник рН = 9	5-14
4	Вертикальні наскрізні тріщини з розкриттям до 1,5 мм Свищі консолей ригелів із розкриттям до 1,5 мм Суцільна сітка тріщин з розкриттям від 1,0 мм до 1,5 мм з тріщинами завдовжки від 0,4 м до 0,8 м	15-33

	Наявність силових тріщин з розкриттям до 0,3 мм Водневий показник рН = 8	
5	Силові похилі тріщини тіла ригелів із розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм Вертикальні тріщини тіла ригелів із розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм Суцільне оголення крайніх арматурних каркасів Втрата цілісності тіла ригелів Руйнування поверхонь тіла ригелів Руйнування тіла ригелів під опорними частинами Водневий показник рН = 7	> 34

**Таблиця А.12** - Експлуатаційні стани стійок опор

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
		зносу
1	Незначні малочисленні раковини на поверхні захисного шару стійок Локальні сліди замокання Водневий показник рН = 11	0-1
2	Наявність нахилів стійок від вертикалі Сліди вилуговування захисного шару Вертикальні тріщини з розкриттям від 0,1 мм до 0,3 мм в залежності від місця розташування моста та кількості циклів заморожування-відтавання за рік Горизонтальні тріщини з розкриттям від 0,1 мм до 0,3 мм в залежності від місця розташування моста та кількості циклів заморожування-відтавання за рік Невеликі сколювання захисного шару ребер прямокутних стійок Сітка тріщин монтажних стиків стійок по їх висоті з розкриттям до 0,3 мм Водневий показник рН = 10	2-4
3	Пошкодження захисного шару на глибину до 30 мм Локальне оголення та корозія арматури Руйнування захисного шару монтажних стиків стійок по їх висоті з оголенням металу Сітка тріщин на поверхні оболонок стійок із розкриттям до 0,2 мм Водневий показник рН = 9	5-14
4	Пошкодження тіла стійок на глибину до 70 мм з оголенням та корозією арматури на великих площах Свищі в тілі оболонок стійок Вертикальні тріщини з розкриттям від 0,5 мм до 1,5 мм Поздовжні вигини високих стійок Зафіксоване деяке зменшення міцності бетону в порівнянні з проектною Водневий показник рН = 8	15-33
5	Значні пошкодження тіла стійок, які призводять до зменшення розрахункових поперечних перерізів або зміни розрахункової схеми, значне зменшення міцності бетону в порівнянні з проектною Водневий показник рН = 7	≥ 34

**Таблиця А.13** - Експлуатаційні стани стоянів моста

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
		зносу
1	Шафові стінки мають незначні пошкодження захисного шару	0-1

	(вилуговування, лущіння) Відкрилки (закрилки) мають незначні пошкодження захисного шару (вилуговування, лущіння) Водневий показник рН = 11	
2	Шафові стінки відхилились від проектного положення Шафові стінки мають руйнування захисного шару на глибину до 30 мм з оголенням і корозією арматури Відкрилки (закрилки) відхилились від проектного положення Відкрилки (закрилки) мають руйнування захисного шару на глибину до 30 мм з оголенням і корозією арматури Водневий показник рН = 10	2-4

Кінець таблиці А.13

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
3	Тіло стоянів має невеликі нахили від вертикалі Елементи стоянів мають тріщини з розкриттям до 0,3 мм Відсутні шафові стінки (ґрунт насипів утримується кінцевими діафрагмами прогонових будов) Шафові стінки відокремилися від ригелів (насадок) стоянів Водневий показник рН = 9	5-14
4	Великі нахили тіла стоянів від вертикалі Наявність силових тріщин у тілі стояна з розкриттям більше ніж 0,3 мм Наявність силових тріщин у тілі насадки з розкриттям більше ніж 0,3 мм Значні руйнування захисного шару з оголенням і корозією арматури Підмив стоянів Водневий показник рН = 8	15-33
5	Переміщення стоянів у плані, які викликали заклинювання опорних частин Переміщення стоянів у плані, які викликали зсув прогонових будов Переміщення стоянів по вертикалі, які викликали заклинювання опорних частин Переміщення стоянів по вертикалі, які викликали зсув прогонових будов Великі пошкодження тіла стоянів Водневий показник рН = 7	≥ 34

**Таблиця А.14** - Експлуатаційні стани кам'яних опор

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Локальне вивітрювання розчину кладки завглибшки від 1 см до 3 см Висоли по бокових поверхнях Висоли по фасадних поверхнях	0-1
2	Суцільне вивітрювання розчину кладки завглибшки від 3 см до 5 см Вивітрювання зовнішніх поверхонь каменів кладки	2-4
3	Пошкодження розчину кладки на глибину, більшу від половини товщини розміру каменя Втрата окремих каменів Свищі в тілі опор із висолами Локальні тріщини кладки	5-14
4	Втрати розчину кладки на глибину розмірів каменів Вивали фрагментів кладки Великі тріщини у тілі кам'яних опор, що перетинають шви кладки	15-33

	Великі тріщини у тілі кам'яних опор, що перетинають окремі камені	
5	Нахили тіла опори Зсув опор Просідання опор	> 34

**Таблиця А.15** - Експлуатаційні стани пальових фундаментів

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Локально розташовані горизонтальні тріщини з розкриттям до 0,2 мм завдовжки від 5 см до 7 см в головах забивних паль Локально розташовані вертикальні тріщини з розкриттям до 0,2 мм завдовжки від 5 см до 7 см в головах забивних паль Невеликі сколювання ребер паль Обростання тіла паль тваринним або рослинним біологічним матеріалом Обростання тіла ростверку тваринним або рослинним біологічним матеріалом	0-1
2	Незначне відхилення положення паль від проектного Локальні вилуговування захисного шару поверхонь Пошкодження поверхонь ростверків	2-4
3	Суттєві відхилення паль від проектного положення Суцільне вилуговування захисного шару з його пошкодженням завглибшки до 3 см Невраховане проектом агресивне природне середовище Суттєві місцеві розмиви дна русла	5-14
4	Оголення і корозія арматури паль Суттєві загальні розмиви дна русла Зменшення міцності бетону в порівнянні з проектною Великі пошкодження декількох паль у пальовому ростверку Руйнування декількох паль у пальовому ростверку	15-33
5	Розмиви дна русла, що перевищують розрахункові Руйнування значної кількості паль у пальовому ростверку Зменшення міцності бетону паль у порівнянні з проектною Пересування пальових ростверків від проектного положення за час експлуатації Нахил пальових ростверків від проектного положення за час експлуатації	> 34

**Таблиця А.16** - Експлуатаційні стани масивних фундаментів

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Відсутність інструментальних даних щодо зміни геометричних та фізичних параметрів фундаментів від проектних	0-1
2	У ході проведення регулярних інструментальних зйомок виявлено нерівномірність осідання всіх опор (фундаментів) моста	2-4
3	При проведенні дворазових за рік (влітку та взимку)	5-14

	інструментальних зйомок підтверджено дійсну нерівномірність осідання всіх опор (фундаментів) моста Розмиви дна сягають проектних значень Пошкодження підводної частини тіла фундаментів	
4	Нерівномірність осідання опор (фундаментів) викликала переломи поздовжнього профілю <b>більші ніж допустимі за чинними нормами (ДБН В.2.3-22)</b> Визначено <b>нахили окремих опор (фундаментів)</b> Визначено <b>зміщення в плані окремих опор (фундаментів)</b> Розмиви дна перевищують проектні Сила паводку одноразово перевершила дані <b>багаторічних спостережень</b>	15-33

Кінець таблиці А.16

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
5	Переміщення опор, які <b>багаторазово було зафіксовано в попередній час, привели до заклинювання опорних частин</b> Переміщення опор, які <b>багаторазово було зафіксовано в попередній час, привели до зсуву прогонових будов із проектного положення</b> Повторюються паводки, сила яких перевищує дані <b>багаторічних спостережень</b>	≥ 34

**Таблиця А.17** - Експлуатаційні стани підходів та регуляційних споруд

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Площа пошкодження кріплень підходів і регуляційних споруд не перевищує 20 %	0-1
2	Площа пошкодження кріплень підходів і регуляційних споруд не перевищує 50 % Колії на поверхні покриття не перевищують глибини від 1,5 см до 2 см, поодинокі поперечні тріщини покриття, які не вимагають зниження швидкості транспорту, незначні просадки перехідних плит (до 3 см) Спостерігається місцевий розмив біля голів регуляційних споруд	2-4
3	Розмив регуляційних споруд Мають місце колії на поверхні покриття завглибшки від 3 см до 5 см, поперечних тріщин покриття з кроком від 5 м до 12 м, місцеві просадки насипу, огорожа безпеки має значні пошкодження, вертикальні та горизонтальні криві поздовжньої осі автодороги не відповідають її категорії та вимагають від водіїв суттєвого зниження швидкості. Припинення виконання регуляційними спорудами захисних функцій	5-14
4	Розмив напірних укосів підходів <b>без руйнування земляного полотна</b> Пошкодження поверхні проїзної частини, сітка тріщин проїзної частини внаслідок місцевих просядок насипу має крок від 2 м до 5 м з тріщинами завглибшки від 3 м до 5 см, укріплення конусів зруйновано, втрати тіла конусів досягають від 5 % до 10 % їх об'єму, під перехідними плитами з'явилися порожнини, огорожа безпеки відсутня або має руйнації на довжині від 5 м до 10 м, проїзд по підходах вимагає від водіїв зниження швидкості від 30 % до 50 % від проектною швидкості даної категорії дороги Розмив напірних укосів конусів <b>без руйнування земляного полотна</b>	15-33

5	Пошкодження поверхні проїзної частини сягає 30 % і більше, внаслідок загальних і місцевих просадок насипу сітка поперечних і поздовжніх тріщин має крок від 0,5 м до 3 м, що значно перешкоджає проїзду автотранспорту, величезні втрати тіла конусів і самих насипів (завбільшки 12 % об'єму) призводять до місцевих просадок покриття площею від 2 м <sup>2</sup> до 5 м <sup>2</sup> з глибиною від 0,2 м до 0,5 м, перехідні плити відсутні або частково впали зі стоянів, огорожа безпеки відсутня або вщент зруйнована, рух автотранспорту здійснюється звеличезними складнощами при швидкості від 5 км/год до 10 км/год	≥ 34
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

**Таблиця А.18** - Експлуатаційні стани фундаментів на природній основі

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Мінімальні відмітки дна перевищують розрахунковий рівень розмиву (PPP)	0-1
2	Мінімальні відмітки ґрунту менші за PPP, але глибина занурення фундаменту $h \geq 1,5$ м	2-4
3	Мінімальні відмітки ґрунту менші за PPP, глибина занурення фундаменту $h \geq 1,5$ м, але за наявності збійності та збочень потоку і багаторукавності	5-14
4	Глибина занурення фундаменту $h < 1,5$ м	15-33
5	Відмітки дна менші за проектну відмітку підшви Спостерігається осадка і втрата вертикального положення	≥ 34

**Таблиця А.19** - Експлуатаційні стани фундаментів на висячих палях (стовпах, оболонках)

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Мінімальні відмітки дна перевищують PPP	0-1
2	Мінімальні відмітки дна менші за PPP, але осадка фундаменту відсутня	2-4
3	Мінімальні відмітки дна менші за PPP. Величина осадки менша за допустиму $[\Delta] = L \sqrt{2}$ , де $[\Delta]$ - допустима осадка, мм; L - розрахункова довжина прольоту, м	5-14
4	Осадка фундаменту не перевищує допустимого значення, але глибина занурення паль (стовпів, оболонки) $h \leq 4$ м	15-33
5	Осадка фундаменту перевищує допустиму Спостерігається втрата фундаментом вертикального положення	≥ 34

**Таблиця А.20** - Експлуатаційні стани фундаментів на палях (стовпах, оболонках), що опираються на скельні та крупно уламкові ґрунти з піщаним заповненням, і глинисті ґрунти твердої консистенції

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки
------	------------------------	----------

		знос
1	Мінімальні відмітки дна перевищують PPP	0-1
2	$l_1 < 1,21l_1(\text{пр})$ , де $l_1(\text{пр})$ - проектне значення довжини згину палі	2-4
3	$1,21l_1(\text{пр}) \leq l_1 \leq 1,41l_1(\text{пр})$	5-14
4	$l_1 > 1,41l_1(\text{пр})$	15-33
5	Глибина занурення фундаменту $h < 4$ м	$\geq 34$

**Таблиця А.21** - Експлуатаційні стани дерев'яних мостів

Стан	Дефект або пошкодження	Відсотки зносу
1	Волосяні усадкові тріщини в конструкціях	
2	Знос настилу. Ослаблення кріплень окремих болтів, хомутів, скоб. Невелике зминання на робочих поверхнях врубів і місцях обпирання головних і поперечних балок. Великі зазори між дошками настилу і поперечними балками. Поява ознак поверхневого гниття	0-4
3	Знос настилу. Гнилизна в головних балках і в поперечних балках і в настилі, що знижує міцність. Сліди протічок, мокрі плями в конструкціях. Зминання робочих поверхонь врубів і місць спирання головних і поперечних балок, зазори до 3 мм у робочих поверхнях врубів. Поздовжні тріщини в конструкціях. Зрушення і відшаровування в швах і у вузлах конструкцій помітні на око і часткові зазори в збірних дощатих пакетах, між окремими робочими поверхнями, що зрушуються, більше 2 мм. Прогини елементів, що згинаються, перевищують граничні значення згідно з ДБН В.2.3-14	5-14
4	Знос настилу. Тріщини в торцях, що працюють на сколювання, по ширині більше від товщини елемента. Гнилизна в місцях обпирання прогонів на насадки опор. Гнилизна в прогоні, поперечних балках і настилі, що знижує міцність. Глибокі тріщини в елементах. Сильне зминання і зазори більше 3 мм в робочих поверхнях врубів. Зминання деревини вздовж волокон по лінії болтів і нагелів на 1/2 їх діаметра. Втрата місцевої стійкості елементів конструкцій. Прогини елементів, що згинаються, більше ніж 1/200 прольоту	15-25
5	Знос настилу більше. Ураження гнилизною і жучком будівельних конструкцій, що призводять до зниження їх міцності. Прогини елементів, що згинаються, завбільшки 1/200 прольоту. Наявність деформацій, що швидко розвиваються. Наскрізні тріщини в накладках стиків по лінії болтів ферм. Надломи і руйнування окремих конструкцій. Сколювання врубів. Втрата стійкості конструкцій (поясів ферм, арок, стійок)	>25

**Таблиця А.22** - Класифікація стану прогонових будов за їх частотними характеристиками

Стан	Узагальнена характеристика стану
1	За результатами натурних випробувань фактичні частоти власних форм



	<p>коливань (перші форми) перевищують розрахункові значення (для моделі методу скінченних елементів) більше ніж на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для металевих - 5 %;</li> <li>- для залізобетонних - 10 %</li> </ul>
2	<p>За результатами натурних випробувань фактичні частоти власних форм коливань <b>більші</b> від розрахункових значень (для моделі методу скінченних елементів) на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для металевих - від 1 % до 5 % ;</li> <li>- для залізобетонних - від 2 % до 10 %</li> </ul>
3	<p>За результатами натурних випробувань зниження власних частот від їх початкових значень, які <b>було</b> визначено при прийманні споруди в експлуатацію, до 2 %. Відносні зміни ординат нормалізованих форм коливань не перевищують 5 %</p>
4	<p>За результатами натурних випробувань зниження власних частот від їх початкових значень, які <b>було</b> визначено при прийманні споруди в експлуатацію, від 2 % до 5 %. Відносні зміни ординат нормалізованих форм коливань у межах від 5 % до 10 %</p>
5	<p>За результатами натурних випробувань зниження власних частот від їх початкових значень, які <b>було</b> визначено при прийманні споруди в експлуатацію, <b>більше</b> ніж на 5 %. Відносні зміни ординат нормалізованих форм коливань перевищують 10 %</p>

**ДОДАТОК Б**  
(довідковий)

**ВИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ ВІДНОСНО ВАГИ  
ПОДИНОКОГО РУХОМОГО ВАНТАЖУ**

**Б.1** У цьому додатку викладено правила обчислення вантажопідйомності елементів мостів, що визначається вагою автомобіля максимальної маси в тоннах, у колоні рухомого навантаження.

**Б.2** Вантажопідйомність елементів обчислюється за допомогою розрахунку визначальних перерізів на сумісну дію постійного навантаження від натовпу та рухомого характеристичного тимчасового навантаження за схемами Н-30 або Н-40 за формулою:

де  $S_{гр}$  - граничне зусилля в розрахунковому перерізі;

$S_{пос}$  - розрахункове зусилля від постійного навантаження;

$S_{мп}$  - розрахункове зусилля від тимчасового навантаження на тротуарах;

$S_{муМ}$  - розрахункове зусилля від рухомого навантаження Н-30 або Н-40;

Н - вага одного автомобіля 30 або 40 тонн в колоні рухомого навантаження Н-30 або Н-40 відповідно.

У формулі (Б.1) зусиллям, яке перевіряється, може бути: поперечна сила, згинальний момент, напруження та інші загальноприйняті характеристики напруженого стану конструкції. Обов'язковою умовою є визначення зусиль в однакових розмірних одиницях. Зусилля визначаються за допомогою розрахунку просторової конструкції методами будівельної механіки.

**Б.3** Зусилля від тимчасового навантаження на тротуарах  $S_{мп}$  та тимчасового навантаження Н-30 або Н-40  $S_{муМ}$  дозволяється визначати за методикою із використанням коефіцієнтів поперечного розподілу, які визначаються за результатами натурних випробувань.

**Б.4** За вантажопідйомність моста приймається найменше з отриманих значень для визначальних елементів несних конструкцій.

**Б.5** Навантаження Н-30 представляє собою колону трьохвісних вантажівок загальною масою 30 т з інтервалом між ними 10 м (рисунок Б.1а). Навантаження Н-40 представляє собою колону п'ятивісних вантажівок загальною масою 40 т з інтервалом між ними 10 м (рисунок Б.1б).

### Рисунок Б.1 - Схеми тимчасових рухомих навантажень Н-30 та Н-40

**Б.6** Процедура визначення вантажопідйомності елемента складається з таких кроків:

**А.** За формулою (Б.1) обчислюється вантажопідйомність  $P$ , т, відносно характеристичного рухомого навантаження Н-30. Якщо визначена вантажопідйомність  $P$  25 т (83 % від  $H = 30$  т), тоді це значення і приймається як вантажопідйомність елемента.

**Б.** Якщо ж визначена вантажопідйомність перевищує 25 т, тоді за формулою (Б.1) повторно обчислюється вантажопідйомність  $P$ , т, відносно характеристичного рухомого навантаження Н-40 і саме це останнє значення має прийматись за вантажопідйомність елемента.

**Б.7** Гранично-допустиме зусилля в розрахунковому перерізі ( $S_{гр}$  у формулі (Б.1)) визначається відповідно до вказівок чинних норм проектування мостів (ДБН В.2.3-14). При цьому слід враховувати результати натурного обстеження/випробування, а саме: фактичні розміри конструктивних елементів, фактичні характеристики матеріалів, наявність корозійних або інших пошкоджень, стан вузлів об'єднання елементів, які складають переріз (сталезалізобетон, міцність болтових та заклепкових з'єднань тощо).

**Б.8** Розрахункове зусилля від постійного навантаження визначається з урахуванням усіх можливих постійних навантажень, а саме: власної ваги конструкцій, тиску ґрунту або води, температурного навантаження, зусилля від нерівномірної осадки опор тощо. До розрахунків характеристичні значення постійних навантажень вводяться з урахуванням коефіцієнтів надійності відповідно до вказівок чинних норм на проектування мостів.

**Б.9** Характеристичне постійне навантаження від ваги конструкцій приймається за результатами натурних обмірів. Вага конструктивних елементів визначається за їх об'ємом та питомою вагою. Якщо обмірювання конструкцій виконується з точністю, яка забезпечує достовірність  $\pm 2,5$  %, а визначення ваги (маси) конструкцій ще і підтверджено результатами динамічних випробувань, то коефіцієнт надійності для всіх елементів приймається 1,05 або 0,95 у випадках, коли загальне зусилля від власної ваги вводиться до розрахунку із збільшеним або зменшеним значенням відповідно.

**Б.10** Зусилля в конструкціях від тимчасового навантаження на тротуарах  $S_{mp}$  визначається відповідно до вказівок чинних норм на проектування мостів із введенням знижувального коефіцієнта:

0,75 - для споруд на дорогах у населених пунктах;

0,5 - для споруд на заміських дорогах.

**Б.11** Зусилля в конструкціях від тимчасового навантаження Н-30 або Н-40 визначається відповідно до вказівок чинних норм на проектування мостів щодо порядку завантаження проїзної

частини. Динамічний коефіцієнт  $(1 + \mu)$ , коефіцієнт надійності  $\gamma_f$  та коефіцієнт дії тимчасового навантаження з декількох смуг  $s$  застосовуються у вигляді множників до зусилля від характеристичного навантаження. Значення цих коефіцієнтів приймаються за таблицею Б.1. При завантаженні декількох смуг руху за розрахункове слід брати максимальне значення з усіх можливих варіантів, які визначені з відповідними коефіцієнтами дії тимчасового навантаження з декількох смуг.

**Таблиця Б.1** - Розрахункові коефіцієнти

Параметр	Значення параметра
Динамічний коефіцієнт $(1 + \mu)$	<p>Для залізобетонних мостів</p> <p>135</p> <p>Для сталевих і сталезалізобетонних мостів</p> <p>15</p> <p>де <math>L</math> - довжина частини лінії впливу, яка завантажується, м</p>
Коефіцієнт надійності	1,3
$\gamma_{30}$ $\gamma_{40}$	1,2
Коефіцієнт дії тимчасового навантаження з декількох смуг руху $s$ при довжині завантаження лінії впливу $L > 25$ м	

ДОДАТОК В  
(довідковий)

**ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗПЕКИ**

**В.1** Характеристика безпеки визначається, виходячи із математичного очікування реального коефіцієнта запасу:

де  $\mu_R$  - математичне очікування узагальненого опору елемента;

$\mu_S$  - математичне очікування узагальненого навантаження елемента.

Залежність між характеристикою безпеки та коефіцієнтом  $\mu$  має вигляд:

де  $V_R$  - коефіцієнт узагальненої опірності елемента;

$V_S$  - коефіцієнт варіації узагальненого навантаження елемента.

**В.2** Значення математичних очікувань  $\mu_R$  та  $\mu_S$

отримуються через відповідні характеристичні значення. У чинних нормативних документах застосовуються значення  $S_n$  і  $R_n$ , які зміщені відносно математичних очікувань:

де  $R_n$ ,  $S_n$  - характеристичні значення узагальнених опору та навантаження елемента відповідно;  $v_R$ ,  $v_S$  - кількість стандартів, що відокремлюють характеристичну величину відповідної випадкової змінної від її математичного очікування; у чинних нормативних документах  $v_R = v_S$ , що відповідає забезпеченості характеристичних значень матеріалів та навантажень на рівні  $U_R = 0,95$  і  $U_S = 0,05$  відповідно.

**В.3** Для зручності розрахунків вводяться коефіцієнти переходу від характеристичних величин до математичних очікувань. Ці коефіцієнти позначаються літерою  $B$  з відповідними індексами:

де  $\mu_R$  - математичне

**В.4** Для згинальних елементів прогонової будови математичне очікування реального коефіцієнта запасу обчислюється за формулою:

очікування реального граничного моменту (несної здатності перерізу), що визначається за даними натурних обстежень;

$\mu_{g1}$  - математичне очікування згинального моменту від власної ваги елемента;

$\mu_{g2}$  - математичне очікування згинального моменту елемента від другої частини постійного навантаження;

$\mu_p$  - математичне очікування моменту від тимчасового рухомого навантаження

**В.5** Після визначення математичного очікування реального коефіцієнта запасу (В.5) за виразом (В.2) знаходиться характеристика безпеки, яка визначається з урахуванням технічного стану згинального елемента на момент обстеження. Стан моста класифікується за визначеною характеристикою безпеки.

Коефіцієнти варіації рухомих та постійних навантажень наведено в таблицях В.1, В.2, В.3,

B.4.

**Таблиця В.1 - Коефіцієнти варіації  $V_S$  тимчасових рухомих навантажень**

Тип навантаження	Випадок застосування	Коефіцієнти варіації $V_S$
Тандем навантаження АК	У розрахунках елементів проїзної частини мостів	0,17
	У розрахунках всіх інших елементів мостів	0,17 при $L < 30$ м 0,07 при $L \geq 30$ м
Рівномірно-розподілене навантаження АК	У всіх розрахунках конструкцій мостів на вертикальні і горизонтальні дії від рухомого навантаження	0,24
Рівномірно-розповсюджене навантаження від натовпу		0,14
Дія одиночної осі навантаження АК		0,07
Примітка. L - довжина лінії впливу		

**Таблиця В.2 - Коефіцієнти варіації  $V_S$  постійних навантажень і впливів**

Навантаження і впливи	Позначення фактора	Коефіцієнти варіації $V_S$
Власна вага	g1	0,033
Площа поперечного перерізу елемента	$A_{red}$	0,0237
Момент опору поперечного перерізу елемента	$W_{red}$	0,0229
Ексцентриситет точки фіксації сили попереднього напруження	EN	0,0167
Навантаження від ваги проїзної частини і тротуарів автодорожніх мостів	g2	0,170
Вплив повзучості бетону	g3	0,030

У таблицях В.3, В.4, В.5 наведено коефіцієнти варіації складових узагальненого опору елемента.

Таблиця В.3 - Коефіцієнти варіації  $V_R$  геометричних характеристик поперечного перерізу елемента

Навантаження і впливи	Позначення фактора	Коефіцієнти варіації $V_Q$
Площа поперечного перерізу елемента	$A_{red}$	0,0237
Момент опору поперечного перерізу елемента	$W_{red}$	0,0229

**Таблиця В.4 - Коефіцієнти варіації  $V_R$  арматури залізобетонних елементів**

Клас арматури	A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI	At-III
Коефіцієнти варіації $V_R$	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,04	0,11
Клас арматури	At-IV	At-IV	At-IV	A-Шв	Дріт холодного витягу		Канати
Коефіцієнти варіації $V_R$	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08		0,05

**Таблиця В.5 - Коефіцієнти варіації  $V_R$  міцності бетону**

$R_{b,28}$ , МПа	10	20	30	40	50	60	70	> 80
За умови природного твердіння	0,159	0,129	0,105	0,082	0,066	0,054	0,051	0,051
За умови теплової обробки	0,121	0,111	0,094	0,090	0,078	0,066	0,055	0,052

## ДОДАТОК Г

(довідковий)

### АЛГОРИТМ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІВ

Г.1 Залишковий ресурс елементів моста визначається розв'язанням рівняння (6.1):

де  $P_i$  - надійність елемента в  $i$ -му експлуатаційному стані;

$X$  - параметр інтенсивності відмов;

$e$  - постійна,  $e = 2,718$ ;

$t$  - час.

Г.2 Параметр інтенсивності відмов елемента знаходиться з рівняння (6.1) як його розв'язання за відомих початкових умов:

а) надійність елемента в  $i$ -му експлуатаційному стані  $P_i$ , яку отримано з класифікаційної таблиці дискретних станів;

б) час  $t$  (у роках), що пройшов від початку експлуатації елемента до моменту класифікації його дискретного стану.

Програму розв'язання рівняння (6.1) в середовищі комплексу MathCAD наведено в додатку Д.1.

Г.3 Для практичного використання в таблиці Г.1 наведено розв'язання рівняння (Г.1) відносно невідомого  $X$  для станів 2, 3, 4, 5. Кожен із експлуатаційних станів (2 - 5) у таблиці Г.1 поділено на 4 інтервали, для яких визначено значення  $\lambda_{i,j}$  при  $t = 20, 30, \dots, 110$  років, де  $\lambda_{i,j}$  - значення параметра інтенсивності відмов елемента в стані  $i$  для часу  $t = j$ ;  $t$  - час (в роках) від початку експлуатації до стану  $i$ .

Для проміжних значень надійності елемента в  $i$ -му експлуатаційному стані  $P_j$  та часу  $t = 20, 21, \dots, 110$  параметр інтенсивності відмов  $\lambda_{i,j}$  знаходиться з таблиці Г.1 за лінійною інтерполяцією.

Таблиця Г.1 - Значення параметра інтенсивності відмов  $\lambda_{i,j}$

Стан	Надійність	Роки									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
2	0,9984	0,0427	0,0284	0,0213	0,0171	0,0142	0,0122	0,0107	0,0095	0,0085	0,0078
2А	0,9975	0,0476	0,0317	0,0238	0,0190	0,0158	0,0136	0,0119	0,0106	0,0095	0,0087
2Б	0,9963	0,0524	0,0349	0,0262	0,0210	0,0174	0,0150	0,0131	0,011	0,0105	0,0096
2В	0,9946	0,0578	0,0385	0,0289	0,0231	0,0192	0,0166	0,0144	0,0129	0,0116	0,0105
3	0,9925	0,0629	0,0419	0,0315	0,0252	0,0210	0,0180	0,0158	0,0140	0,0126	0,0115
3А	0,9898	0,0684	0,0457	0,0342	0,0274	0,0228	0,0195	0,0171	0,0152	0,0137	0,0125
3Б	0,9868	0,0735	0,0491	0,0367	0,0294	0,0245	0,0210	0,0184	0,0164	0,0147	0,0134
3В	0,9834	0,0785	0,0524	0,0393	0,0314	0,0262	0,0225	0,0196	0,0175	0,0157	0,0143
4	0,9798	0,0833	0,0555	0,0416	0,0334	0,0278	0,0238	0,0208	0,0185	0,0167	0,0152
4А	0,9756	0,0882	0,0588	0,0441	0,0353	0,0294	0,0252	0,0220	0,0196	0,0176	0,0160
4Б	0,9706	0,0936	0,0623	0,0467	0,0374	0,0312	0,0267	0,0234	0,0208	0,0187	0,0170
4В	0,9648	0,0991	0,0661	0,0496	0,0397	0,0330	0,0283	0,0248	0,0220	0,0198	0,0180
5	0,9584	0,1049	0,0699	0,0525	0,0420	0,0350	0,0300	0,0262	0,0233	0,0210	0,0190







X	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,035	0,03	0,025	0,022	0,02	0,018	0,015
---	------	------	------	------	------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------

$P_t$  - надійність;  $\beta$  - характеристика безпеки; X - інтенсивність відмов.

**Рисунок Г.1** - Номограми визначення остаточного ресурсу

ДОДАТОК Д

(довідковий)

## ПРОГРАМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ У СЕРЕДОВИЩІ КОМПЛЕКСУ MathCAD

**Д.1** На рисунку Д.1 наведено текст програми в термінах комплексу MathCAD розв'язання нелінійного рівняння (6.1):

відносно невідомого X - параметра інтенсивності відмов.

Вихідними даними для розв'язання є:

- надійність елемента в i-му експлуатаційному стані  $P_i$ , яку отримано з класифікаційної таблиці дискретних станів;
- час t (у роках), що пройшов від початку експлуатації елемента до моменту класифікації його дискретного стану.

**Д.2** На рисунку Д.2 наведено текст програми в термінах комплексу MathCAD розв'язання нелінійного рівняння (6.1):

відносно невідомого часу  $t$ , який прогнозується, що пройде від початку експлуатації елемента до стану  $I = n$ . У випадку  $n = 5$  час  $t$  буде прогнозом залишкового ресурсу.

Вихідними даними для розв'язання є:

- надійність елемента в стані  $i$ -  $P_i$ ;
- параметром інтенсивності відмов елемента  $\lambda_i$

Рисунок Д.1 - Програма розв'язання нелінійного рівняння відносно невідомого параметра інтенсивності відмов  $X$

Рисунок Д.2 - Програма розв'язання нелінійного рівняння відносно невідомого часу досягнення і-го стану

## **БІБЛІОГРАФІЯ**

1 СН 200-62 Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб (Технічні умови проектування залізничних, автодорожніх і міських мостів та труб)

Код УКНД 91.040

Ключові слова: оцінка технічного стану, прогноз технічного стану, залишковий ресурс, вантажопідйомність, характеристика **безпеки**.