

Григоровський Петро Євгенійович

*кандидат технічних наук, перший заступник директора
Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»*

Григоровский Петр Евгеньевич

*кандидат технических наук, первый заместитель директора
Государственное предприятие*

«Научно-исследовательский институт строительного производства»

Hryhorovskiy Petro

PhD in Civil Engineering, First Deputy Director

State Enterprise «Research Institute of Construction Production»

Фурсов Юрій Васильович

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри архітектури будівель і споруд та дизайну архітектурного середовища
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*

Фурсов Юрий Васильевич

*кандидат технических наук,
доцент кафедры архитектуры зданий и сооружений и дизайна архитектурной среды
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова*

Fursov Yuri

PhD in Civil Engineering, Docent of the Department of Architecture

Buildings and Structures and Design of the Architectural Environment

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Чуканова Наталія Петрівна

*завідувач відділу обстеження, комплексної діагностики
й експериментального проектування будівель і споруд
Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»*

Чуканова Наталья Петровна

*заведующий отделом обследования, комплексной диагностики
и экспериментального проектирования зданий и сооружений
Государственное предприятие*

«Научно-исследовательский институт строительного производства»

Chukanova Natalia

Head of the Department of Examination, Complex Diagnostics

and Experimental Design of Buildings and Structures

State Enterprise «Research Institute of Construction Production»

**РОЗВИТОК МЕТОДИКИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ
СПОСТЕРЕЖЕНЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

**РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ
НАБЛЮДЕНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**DEVELOPMENT OF THE METHOD OF INSTRUMENTAL
OBSERVATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

Анотація. У статті розкрито аспекти інструментальних спостережень при експлуатації бугівель і споруд. Отримано результати, що засвідчують зв'язок між тривалістю життєвого циклу об'єктів і урахуванням загроз пошкодження конструктивних елементів. Досліджено показник уразливості бугівлі та його вплив на зміст спостережень.

Ключові слова: бугівлі і споруди, інструментальні спостереження, методи, уразливість.

Анотация. В статье раскрыты аспекты инструментальных наблюдений при эксплуатации зданий и сооружений. Получены результаты, подтверждающие связь между продолжительностью жизненного цикла объектов и учетом возможных повреждений конструктивных элементов. Исследован показатель уязвимости здания и его влияние на содержание наблюдений.

Ключевые слова: здания и сооружения, инструментальные наблюдения, методы, уязвимость.

Summary. The article describes aspects of instrumental observations in the operation of buildings and structures. The results confirming the relationship between the duration of the life cycle of objects and the possible damage to structural elements are obtained. The vulnerability index of the building and its influence on the content of observations were studied.

Key words: buildings and structures, instrumental observations, methods, vulnerability.

Вступ. Життєвий цикл будівельного об'єкту залежить не тільки від якості будівельних матеріалів та виконання будівельних робіт, але і від змісту експлуатації, вчасного та точного урахування загроз пошкодження будівель та прогнозування динаміки їх технічного стану, що неможливо без вимірювальних операцій з отримання даних для його безпечного функціонування.

Огляд публікацій за темою. Питання інструментального моніторингу за станом об'єктів, що експлуатуються, з часом все більше ускладнюються. Це пов'язано з підвищенням складності будівель та споруд, з постійною динамікою у розробці нормативів для моніторингу [1, 2], з різноманіттям методів спостережень [3]. Сучасна будівельна наука характеризується існуванням змістовних напрямків за цією проблемою, де основними представниками є нормативні та наукові праці В. Балицького у співавторстві [2], В. Казачека [3], Н. Гречко [5], І. Шумакова [6]. Серед авторів наукових досліджень немає єдності щодо оцінки впливу факторів різного характеру на формування системи інструментальних спостережень за будівлями, не існує діюча методологія моніторингових спостережень, не класифіковані фактори впливу на технічний стан об'єкту протягом його життєвого циклу.

Мета. Для визначення необхідності та обсягів вимірювальних операцій з отримання даних для безпечної експлуатації об'єкту проаналізувати вплив уразливості будівель і споруд на термін безпечної експлуатації.

Результати досліджень. Тривалість життєвого циклу будівель значною мірою залежить від своєчасного урахування загроз пошкодження будівлі та прогнозування погіршення їх технічного стану під впливом зовнішніх (природних, техногенних) та внутрішніх (будівельних, експлуатаційних) факторів.

Алгоритм оцінки ризиків пошкодження будівель наведено на рис. 1. На передпроектному етапі на основі інженерних вишукувань, статистичних даних про територію забудови визначаються фактори, які

можуть привести до пошкодження будівлі. Аналогічні кроки проводяться і при прийнятті рішень про контроль технічного стану вже існуючих будівель, а також будівель, що розташовані в зоні нового будівництва про територію наведено на рисунку при ущільненій забудові.

При низькій уразливості будівель (НУ) контроль параметрів будівлі не проводиться. Експлуатація будівлі проводиться з використанням звичайних сезонних оглядів та періодичних ремонтно-відновлювальних робіт. Термін ремонту визначається, виходячи з терміну життя будівлі та прогнозованого зношення будівлі.

При середній та високій уразливості (СУ, ВУ) вибору методів контролю передують оцінка можливих економічних збитків при ураженні будівлі можливими загрозами. При виборі методів контролю оцінюється вартість робіт з контролю для різних систем в порівнянні з можливими збитками і при необхідності корегується періодичність контролю, кількість точок вимірювань тощо. Алгоритм організації вимірювальних робіт в процесі експлуатації будівель і споруд представлено на рис. 2, 3.

При цьому враховано низьку уразливість (рис. 2, а): експлуатація будівлі виконується в звичайному режимі (виконуються сезонні огляди, профілактичні роботи тощо). При досягненні терміну експлуатації, що дорівнює терміну періодичності ремонтно-відновлювальних робіт T_p , проводиться обстеження технічного стану будівлі і за результатами обстеження приймається рішення про ремонтно-відновлювальні роботи та їх склад, якщо це має технічний сенс. Після виконання ремонтно-відновлювальних робіт експлуатації будівлі продовжується в звичайному режимі. Якщо ремонтно-відновлювальні роботи не вирішують питання відновлення працездатності будівлі, приймається рішення про її реконструкцію чи ліквідацію.

На рис. 2 наведено алгоритми організації вимірювальних робіт у випадку середньої та високої уразливості будівлі. У цих випадках експлуатація будівлі

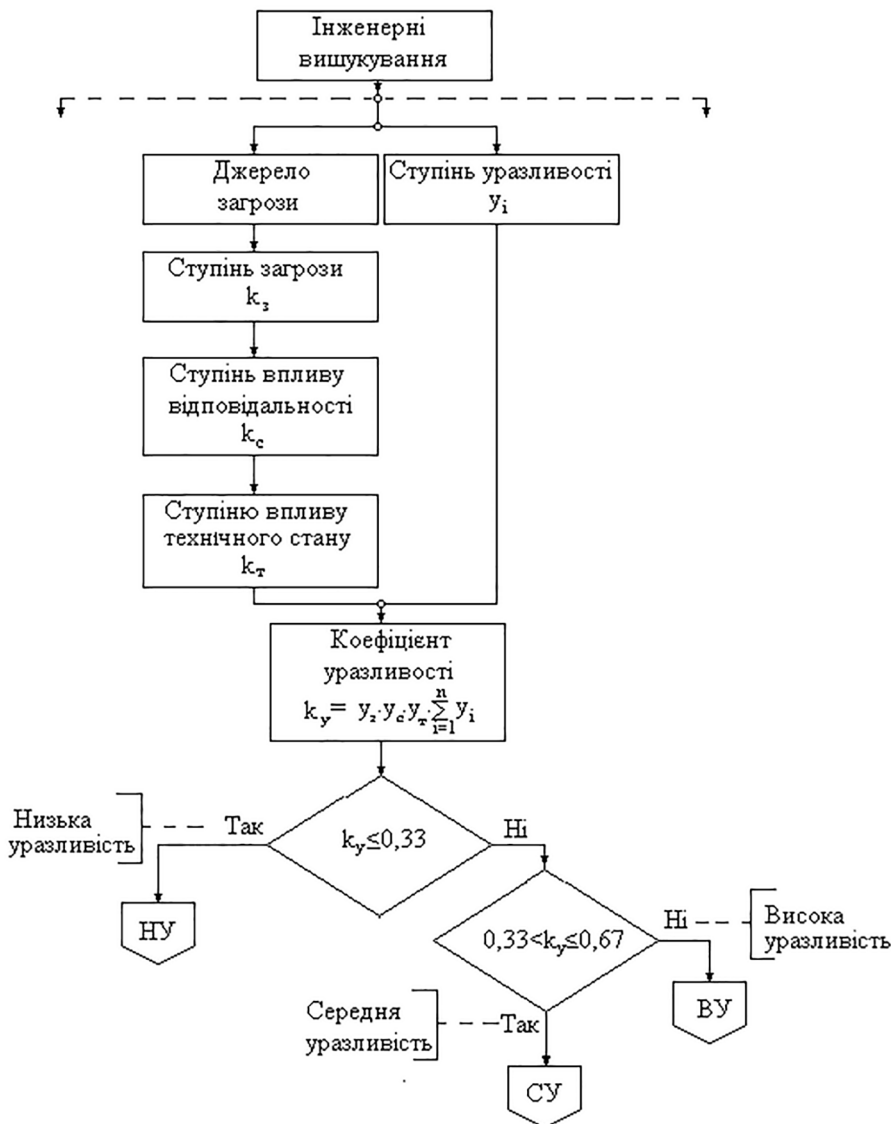


Рис. 1. Алгоритм визначення уразливості будівель з урахуванням впливу факторів
Джерело: розробка авторів

також виконується, як і при низькій уразливості, але в період до досягнення терміну встановленої періодичності ремонтно-відновлювальних робіт T_p виконуються періодичні вимірювання параметрів будівлі, які визначені в період проектування за результатами аналізу уразливості будівель. Алгоритми виконання цих робіт аналогічні, але при високій уразливості кількість параметрів може бути більшою, а періодичність вимірювань меншою, або, при використанні автоматичних систем, постійною.

Контроль завжди починається з вимірювання початкових контрольних значень всіх параметрів, які будуть використовуватись при прогнозуванні розвитку процесів. При контролі за параметрами будівлі з початку її експлуатації завжди відбуваються процеси припрацювання. Відбувається початкове осідання будівлі, термін якого T_0 визначається характеристиками ґрунтів (табл. 1).

У разі, якщо термін T_0 вже закінчився, виконується контроль параметрів, що визначені при проектуванні. Визначаються прогнозні значення параметрів на момент наступного вимірювання. При досягненні терміну контролю T_k проводиться вимірювання параметрів будівлі та виконується порівняння їх значень з прогнозованими. Якщо отримані значення відповідають прогнозованим з достатньою точністю, контроль продовжується в звичайному режимі. При значному відхиленні параметрів від прогнозованих необхідно виконати аналіз причин відхилення і за потреби провести ліквідацію причин відхилення.

У разі, якщо термін T_0 ще не закінчився, окрім параметрів, що заплановані, виконується також контроль початкових осідань будівлі. У разі, якщо при проектуванні заплановано контроль осідань, то це відбувається в єдиному процесі.

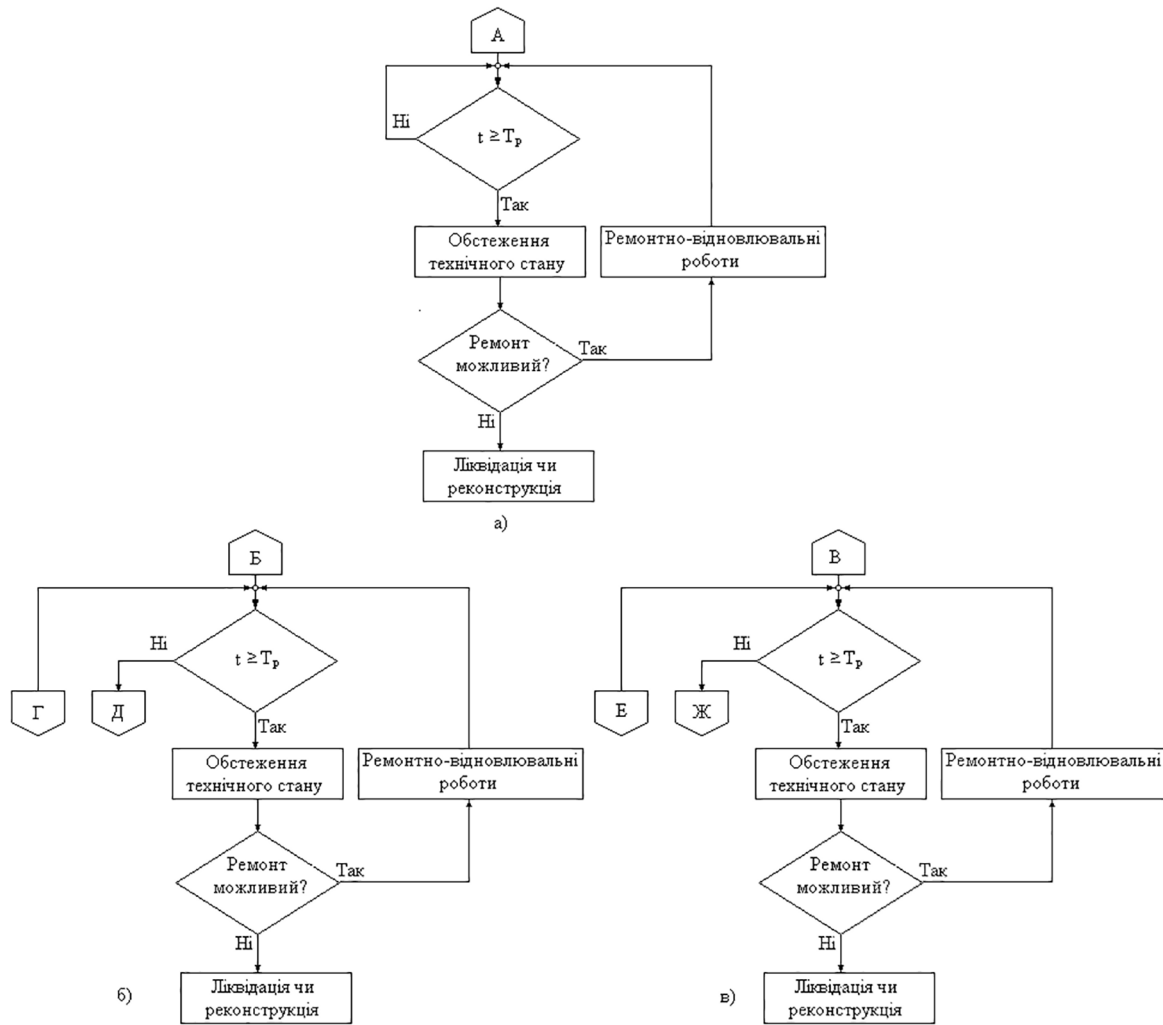


Рис. 2. Алгоритм організації вимірювальних робіт в процесі експлуатації будівель і споруд (низька уразливість)
 Джерело: розробка авторів

Можливі збитки від несвоечасного виявлення пошкоджень запропоновано виконувати шляхом оцінки ризиків послідовно для окремих однорідних за природними і техногенними умовами і геологічними небезпеками територій, будівель, споруд з періодом попередження (час, на який виконується оцінка можливих негативних наслідків), рівним встановленому терміну служби будівель, споруд без ремонтно-відновлювальних робіт.

Ризик економічних збитків в результаті загрози пошкодження будівель і споруд B_3 можна встановити з урахуванням часу негативної дії цієї небезпеки на оцінюваний об'єкт за формулою:

$$B_3 = P_3 \cdot V_3 \cdot B_0 \cdot T_{zag} \tag{1}$$

де $P_3 = \frac{T_{zag}}{T_c}$ — вірогідність пошкодження за період

строку служби;

$T_{zag} = T_p$ — час можливого пошкодження (термін наступних ремонтно-відновлювальних робіт), років;
 T_c — термін служби будівлі, років;

V_3 — економічна уразливість будівлі до пошкодження (визначається з табл. 1, 2), 1/рік;

B_0 — вартість будівлі на час початку вимірювань, тис. грн.

При проведенні оцінок економічних втрат для будівель і споруд, що є історичними або архітектурними пам'ятниками, рекомендується замінювати у формулі (1) вартість цих об'єктів на вартість їх відновлення. Ризик загальних економічних втрат в результаті пошкодження будівель і споруд можна встановити як суму збитків від окремих ризиків. При оцінці економічних ризиків на стадії проектування економічну уразливість можна визначити з табл. 1, 2 як середнє значення.

Враховуючи коефіцієнт уразливості будівлі k_y та коефіцієнт фізичного зношення будівлі k_{zn} , визначимо можливі загальні економічні збитки будівлі:

$$B_3 = k_y \cdot (1 - k_{zn}) \cdot \sum_{i=1}^n B_{si} \tag{2}$$

де B_{si} — економічні збитки від i -ої загрози, тис. грн.;
 n — кількість факторів загроз.

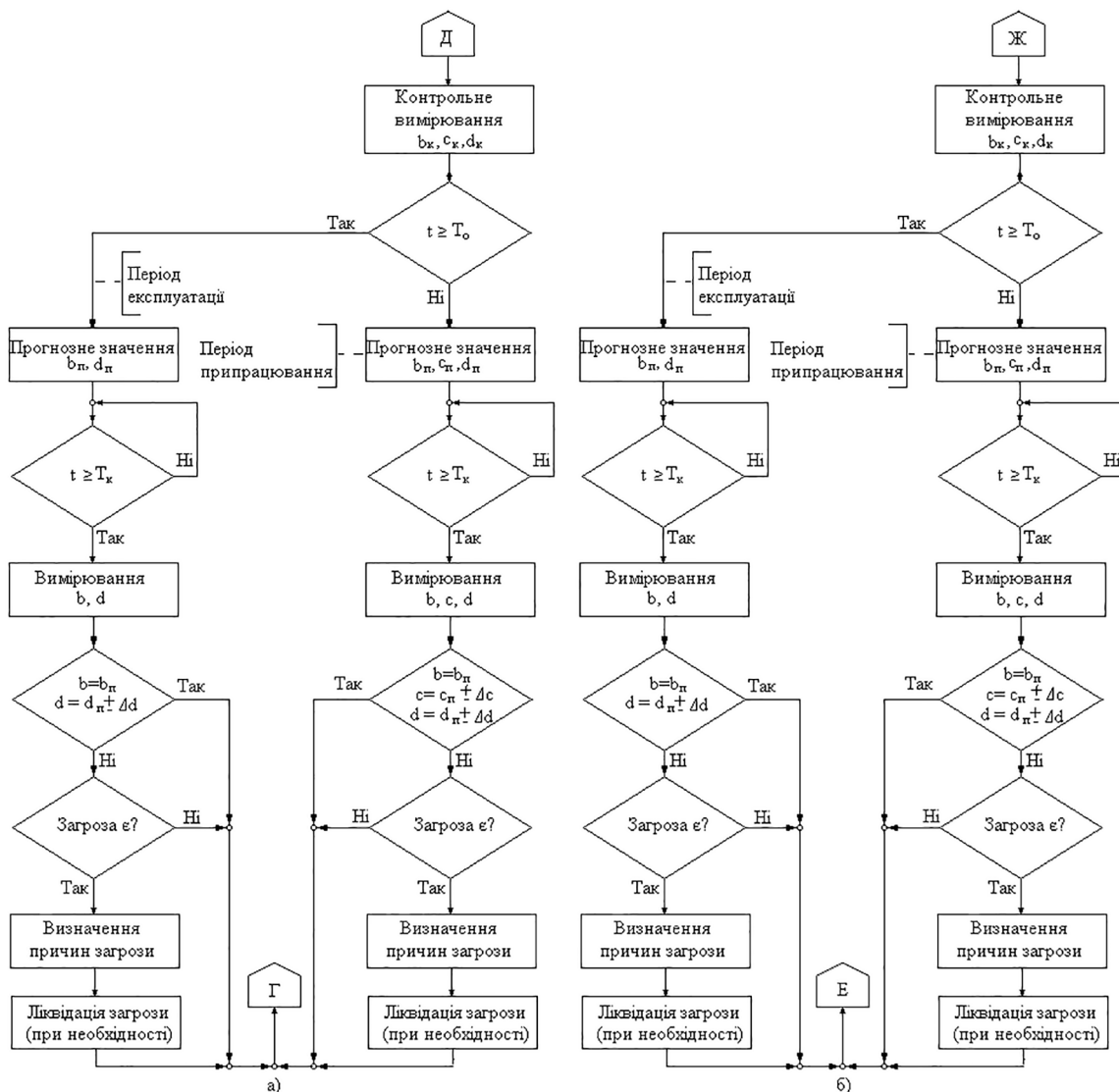


Рис. 3. Алгоритм організації вимрювальних робіт в процесі експлуатації будівель і споруд (середня та висока уразливість)

Джерело: розробка авторів

Таблиця 1

Середнє значення економічної уразливості для процесу підтоплення сильно агресивними підземними водами

Тип фундаменту	Потужність зони підтоплення в межах фундаменту /
	Глибина залягання фундаменту
Стовбчастий чи пальовий	0,0075
Стрічковий	0,007
Плитний	0,0065
При середньої агресивності підземних вод уразливість зменшується на 20%, при слабкій агресивності — на 30%	

Джерело: розробка авторів

Таблиця 2

Середнє значення економічної уразливості для осідання основ, що викликані ущільненням ґрунтів, розвитком карстових, пливунних та подібних геологічних загроз

Тип несучих конструкцій	Осідання, см	Площа осідання / Загальна площа фундаментів
		0,5
Каркасні	10÷15	0,30
Безкаркасні неармовані	10÷15	0,14
Безкаркасні армовані	12÷15	0,05
Монолітні	12÷15	0,005

Джерело: розробка авторів

В загальному вигляді коефіцієнт фізичного зношення будівлі k_{zn} визначається за виразом:

$$k_{zn} = \sum_{i=1}^m k_{zni} \cdot k_{eoi}, \quad (3)$$

де k_{zni} — коефіцієнт фізичного зношення i -ої конструкції;

k_{eoi} — коефіцієнт відновлювальної вартості i -ої конструкції;

m — кількість конструкцій в будівлі, які мають пошкодження, шт.

В разі початку спостережень відразу після будівництва $k_{zn} = 1$.

Висновки. Рішення про необхідність спостереження, його склад та періодичність приймається за результатами визначення коефіцієнта уразливості: при низької, середньої та високої уразливості будівлі рівень спостереження відповідно звичайний, підвищений та особливий. Зміст системи вимірювань та контрольовані параметри визначають індивідуально, з урахуванням аналізу можливого впливу факторів. За результатами спостережень можливе прогнозування подальшого розвитку процесів.

Література

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. — К.: НДІБВ, 2003. — 144 с.
2. Балицький В. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. — [Чинний з 2017-04-01] / В. Балицький, О. Галінський, О. Гармаш, П. Григоровський та ін. — К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. — 47 с. — (Національний стандарт України).
3. Казачек В. Г. Проблемы нормирования сроков службы зданий и сооружений / В. Г. Казачек // Вестник Полоцкого государственного университета. — Минск: Комитет по техническому нормированию и стандартизации в области архитектуры и строительства. Серия F. 2010. — С. 56–71.
4. Григоровський П. Є. Особливості розрахунку трудовитрат на проведення геодезичних робіт у будівництві: [текст] / П. Є. Григоровський, Н. П. Чуканова // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. пр. Західного геодезичного товариства УТГК. — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2014. — Вип. 1(27). — С. 148–151.
5. Гречко Н. В. Оптимизационные задачи прогнозирования параметров процесса устройства высокопрочных бетонных полов / Н. В. Гречко, И. В. Шумаков, В. Н. Секретная, Д. В. Ракивненко // Науковий вісник будівництва. — 2014. — № 1. — С. 50–56. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2014_1_14
6. Шумаков И. В. Высокопрочные бетонные полы: технологии, качество, долговечность: монография [Электронный ресурс] / И. В. Шумаков, В. Н. Секретная // Харьков: Мисъдрук, 2016. — 220 с. — Режим доступу: http://mirknig.su/knigi/stroitelstvo_i_remont/130079-vysokoprochnye-betonnye-poly-tehnologii-kachestvo-dolgovечnost.html