



УДК 69:002; 69.059

PROGRAM AND TECHNICAL COMPLEX OF IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ

Terentyev O.O. / Терентьев О.О.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-6995-1419

Gorbatyuk Ie.V. / Горбатьюк Є.В.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-8148-5323

Tyslenko O.B. / Тисленко О.Б.*Ph.D. degree / здобувач ступеня доктора філософії***Bykov V.S. / Биков В.С.***Ph.D. degree / здобувач ступеня доктора філософії**Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Air Force Avenue, 31, 03037**Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Повітряних Сил, 31, 03037*

Анотація. Актуальність проведених досліджень обумовлено проблемою дослідження та розробкою інформаційної технології та аналітичних засобів її підтримки щодо автоматизованої діагностики технічного стану будівельних конструкцій і споруд на етапах їх життєвого циклу. Проведена оцінка ризику при прийнятті діагностичних висновків щодо технічного стану будівельних конструкцій та будівель в цілому. Запропонована архітектури системи автоматизованої діагностики технічного стану будівельних конструкцій і споруд та проведено експериментальне дослідження її працездатності та ефективності.

Ключові слова: будівельні конструкції, споруди, життєвий цикл, діагностика, технічний стан, нечіткі моделі, база знань, інтелектуальні системи, ризик.

Вступ.

Для забезпечення безпечних умов експлуатації споруд першорядне значення набуває підтримання на належному рівні технічного стану споруд, у тому числі за рахунок продовження нормативних термінів експлуатації, відновлення та реконструкції. Загальною метою обстежень технічного стану будівельних конструкцій і споруд є виявлення ступеня фізичного зносу, причин, які обумовлюють їх стан, фактичної працездатності конструкцій і розробка заходів щодо забезпечення їх експлуатаційних якостей. В зв'язку з цим актуальним є побудова моделей, методів та інформаційної технології діагностики технічного стану будівельних конструкцій і споруд. Проблемою даної задачі є: відсутність системостворюючого формалізованого опису



будівельних конструкцій на рівні деталізації їх фізичних, технологічних та конструктивних чинників і параметрів, що забезпечують їх функціонування та, які дають можливість створення потужної інформаційної бази для розв'язання задач діагностики технічного стану; не розв'язана задача інформаційного та операційного поєднання моделей діагностики технічного стану і моделей проектування будівельних конструкцій. А тому, розв'язання вище зазначених задач є актуальним і дає можливість створення надійної і ефективної системи автоматизованої діагностики технічного стану будівельних конструкцій із можливістю корегування фізичних, технологічних та конструктивних параметрів на етапі їх проектування.

Мета та завдання роботи.

Метою дослідження є розробка інформаційної технології та аналітичних засобів її підтримки щодо процесів автоматизованої діагностики та їх інформаційного зв'язку з процесами проектування, що дозволить підвищити ефективність цих процесів на довгострокових етапах життєвого циклу будівельних конструкцій і споруд.

Достовірність результатів дослідження підтверджується застосуванням потужної бази даних щодо глибокої деталізації технічних характеристик будівельних конструкцій та достовірної бази знань щодо багаторічного накопичення в ній позитивних результатів чисельних практичних експериментів; коректного математичного апарату, результатами реальних практичних експериментів та позитивними оцінками збігу реальних практичних експериментів з результатами комп'ютерного моделювання діагностичних процесів.

Основний текст.

У роботі описуються методи за допомогою яких був створений інтерфейс програми, та методи за допомогою яких користувач зможе правильно та швидко користуватись програмним продуктом. Кожна форма розбита на декілька логічних частин, що значно полегшує роботу. На рисунку 1 представлено структура меню програми.

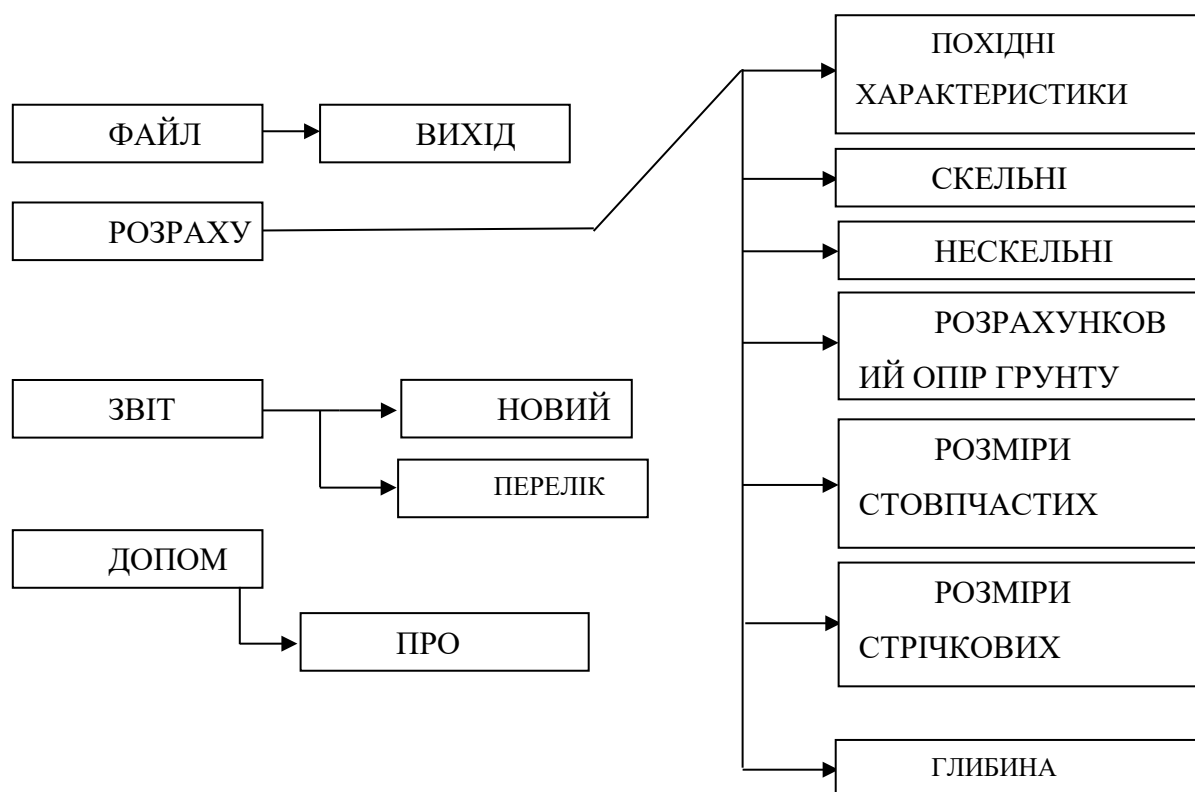


Рисунок 1. – Структура меню

Можливість роботи в одному вікні (рис. 2) дає свої переваги. Це зручно, коли паралельно запущені інші програми, чи користувач має маленькі розміри монітору. Змінюючи розміри головної форми всі наступні форми викликаються у тому ж розмірі. Ліва частина цієї форми (рис. 2) призначена для вводу вхідної інформації. На формі у певному порядку розташовані активні вікна (Edit) для занесення цифр необхідних для розрахунку. Біля кожного такого вікна розташований надпис (Label), який вказує на коефіцієнт що вводиться. В нижній частині знаходиться кнопка (Button) “Розрахунок”. При натисканні якої в правій частині форми з’являються прораховані результати.

Вся ліва частина (вхідні данні) об’єднана в блок, який відділяє її від даних отриманих при розрахунку (GroupBox).

Права частина представляє собою розділену на три частини (за допомогою Panel) на три частини, в кожній з яких є опис, символ змінної та значення величини, яка була розрахована. В нижній частині є дві кнопки “Додати у звіт”, при натисканні якої данні передаються до звіту, або “>>Нескельним ґрунтам”,



при натисканні якої розрахунки передаються до наступного етапу проектування. За допомогою галочки (CheckBox) користувач вибирає, друкувати проміжні значення чи ні.

Грунти та фундаменти - [Похідні характеристики ґрунтів]

Файл Розрахунки Звіт БД Допомога

Вхідні дані

Маса сухого ґрунту (m_s) : 100

Обсяг часток ґрунту (m_s) : 120

Маса води в порак (m_w) : 37

Щільність води (ρ_w) : 1,9

Обсяг ґрунту (m_s) : 103

Вологість на межі розкочування (W_p) : 0,3

Вологість на границі текучості (W_L) : 0,9

Коефіцієнт g : 9,81

Коефіцієнт omega : 0,9

Вихідні дані

Тип ґрунту : Глина

Щільність ґрунту (ρ) : 1,33009708737864

Щільність у сухому стані (ρ_d) : 0,700051098620337

Коефіцієнт пористості (e) : 0,190389294403893

Питома вага ґрунту (gamma) : 13,0482524271845

Для піщаних ґрунтів :

Питома вага ґрунту в зваженому стані (gamma_{stih}) : 0

Ступінь вологості (S_r) : 0

Для глинястих ґрунтів :

Число пластичності (I_p) : 0,6

Показник плинності (I_L) : 0,116666666666667

☒ Виводити в звіт проміжні значення

>> Нескільким ґрунтам Додати у звіт ...

Розрахунок >>

Рисунок 2. – Вигляд форми “Похідні характеристики ґрунтів”

Нескельні ґрунти. Ця форма (рис. 3) представляє собою вікно поділене на три логічних частини. У верхній частині знаходяться сім активних вікон (edit) для вводу цифр, дві кнопки (Button) перша з яких: “Визначення” – необхідна для отримання результатів, друга: “Додати у звіт...” – призначена для переносу результатів розрахунку в звіт, та вісім надписів (Label), які допомагають користувачу правильно вводити значення. Для отримання результатів користувачу необхідно ввести вхідні данні в поля, натиснути кнопку “Визначення”, та при необхідності додати результат до звіту.

Верхня частина форми призначення для визначення типу нескельного ґрунту, знаючи значення певних його характеристик. Друга логічна частина форми знаходиться по середині. Вона представляє два поля за допомогою



першого (ListBox) користувач може вибрати той тип ґрунту, характеристики треба визначити.

Рисунок 3. – Форма “Нескельні ґрунти”

Рухаючи курсор вгору чи вниз по списку ґрунтів (в цьому полі вказані всі можливі варіанти поєднання ґрунтів), які розташовані в алфавітній послідовності. Вибраний рядок відмічається іншим кольором, а з правої частини (Мето) з’являються значення коефіцієнтів вибраного типу ґрунту.

Під полем з відображенням результатів (рис. 4) знаходиться кнопка “Додати у звіт...”, натискаючи на яку користувач передає свої результати у звіт.

У нижній частині форми маємо поле на якому виписані всі коефіцієнти, та їх фізичний зміст. Це необхідно для користувачів, які не мають великого досвіду в проектуванні фундаментів.



Рисунок 4. – Робота з формою “Нескельні ґрунти”

Специфіка роботи з формою (рис. 5) таж сама, як і з формою для визначення характеристик нескельних ґрунтів.

Для проведення розрахунку треба ввести всі необхідні данні в належні поля (рис. 6), натиснути на кнопку “Розрахунок”, результати появляться знизу форми, де за допомогою галочки користувач має право вибрати видавати в звіт проміжні значення чи ні, кнопка “Додати у звіт...” – данні транслюються до звіту з урахуванням вибраного параметру.

Для оптимізації роботи користувач може додати вхідні данні до розрахунку фундаментів. Для цього необхідно натиснути на “>>Данні на розрахунок фундаментів”.

При цьому буде викликано вікно (рис. 7) в якому можна буде зробити деякі уточнення і передати цю інформацію далі (при натисканні “Прийняти”) або відмовитись (при натисканні “Повернутись”) від цієї дії.

Для визначення розмірів стовпчастих фундаментів необхідно занести значення коефіцієнтів у відповідні поля (рис. 8), нажати на кнопку “Данні для



розрахункового опору ґрунту” заповнити поля, якщо вони не заповненні, або “Прийняти”, якщо занесенні данні вас влаштовують. Для розрахунку натисніть “Розрахунок”.

Грунти та фундаменти - [Скальні ґрунти]

Файл Розрахунок Звіт БД Допомога

Визначення ґрунту по показникам

R_c : 56
K_saf : 1
S_p : 5

Визначення

Додати у звіт ...

Тип ґрунту : Міцний;
Нерозм'якшувальний;
Середньорозчинний;

Визначення показників для ґрунту

Дуже міцний; Нерозм'якшувальний; Нерозчинний
Дуже міцний; Нерозм'якшувальний; Важкорозчинний
Дуже міцний; Нерозм'якшувальний; Середньорозчинний
Дуже міцний; Нерозм'якшувальний; Легкорозчинний
Дуже міцний; Розм'якшувальний; Нерозчинний
Дуже міцний; Розм'якшувальний; Важкорозчинний
Дуже міцний; Розм'якшувальний; Середньорозчинний
Дуже міцний; Розм'якшувальний; Легкорозчинний
Міцний; Нерозм'якшувальний; Нерозчинний
Міцний; Нерозм'якшувальний; Важкорозчинний
Міцний; Нерозм'якшувальний; Середньорозчинний
Міцний; Розм'якшувальний; Нерозчинний
Міцний; Розм'якшувальний; Важкорозчинний
Міцний; Розм'якшувальний; Середньорозчинний
Міцний; Розм'якшувальний; Легкорозчинний
Середньої міцності; Нерозм'якшувальний; Нерозчинний
Середньої міцності; Нерозм'якшувальний; Важкорозчинний
Середньої міцності; Нерозм'якшувальний; Середньорозчинний
Середньої міцності; Нерозм'якшувальний; Легкорозчинний

50 < R_c <= 120
0.75 <= K_saf
1 <= S_p <= 10

Додати у звіт ...

Показники :
за межою міцності - R_c
по ступеню розм'якшувальності - K_saf
по ступеню розчинності - S_p

Рисунок 5. – Вид форми “Скальні ґрунти”

Грунти та фундаменти - [Розрахунковий опір ґрунту]

Файл Розрахунок Звіт БД Допомога

Вхідні данні

Ширина підвалу (B) : 18
Товщина шару ґрунту вище підлоги фундаменту зі сторони підвалу (h_s) : 4.2
Товщина конструкції підлоги підвалу (h_cf) : 30
Глибина закладення фундаменту (d) : 3.1
Глибина підвалу (d_b) : 2

Ширина підлоги фундаменту (b) : 780
Розрахункова вага конструкції підлоги підвалу (gamma_cf) : 1.5
Коефіцієнт умов роботи (gamma_c1) : 1.4
Коефіцієнт умов роботи (gamma_c2) : 1.2
Усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підлоги (gamma_2) : 17

Усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підлоги (gamma_2_shtr) : 22
Кут внутрішнього тертя (fi_2) : 16
Розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту (c_2) : 3
Коефіцієнт надійності (K) : 1

Розрахунок >>

>> Данні на розрахунок фундаментів

Вихідні данні

Розрахунковий опір (R) : 130.350591828766
Коефіцієнт M_gamma : 0.044234010581559
Коефіцієнт M_q : 1.17693604232624
Коефіцієнт M_c : 0.588546461733695

Виводити в звіт проміжні значення

Додати у звіт ...

Рисунок 6. – Вид форми “Розрахунковий опір”



Грунти та фундаменти - [Розрахунковий опір ґрунту]

Вхідні дані:

Ширина підвалу (B) : 18 Ширина підшви фундаменту (b) : 780 Усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підшви (gamma_2_shtr) : 22

Товщина шару ґрунта вище підшви Розрахункова вага

Розрахунковий опір для стовпчастих або стрічкових фундаментів

Вхідні дані:

Ширина підвалу (B) : 18 Розрахункова вага конструкції підлоги підвалу (gamma_cf) : 1.5 Усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підшви (gamma_2_shtr) : 22

Товщина шару ґрунта вище підшви фундаменту зі сторони підвалу (h_s) : 4.2 Коефіцієнт умов роботи (gamma_c1) : 1.4 Кут внутрішнього тертя (fi_2) : 10

Товщина конструкції підлоги підвалу (h_cf) : 30 Коефіцієнт умов роботи (gamma_c2) : 1.2 Розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту (c_2) : 3

Глибина закладення фундаменту (d) : 3.1 Усереднене значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви (gamma_2) : 73 Коефіцієнт надійності (K) : 1

Глибина підвалу (d_b) : 2 Ширина підшви фундаменту (b) : 780

Прийняти Повернутись

Рисунок 7. – Вікно для введення даних розрахунку опору

Грунти та фундаменти - [Визначення розмірів стовпчастих фундаментів]

Вхідні дані:

Вертикальне навантаження на обрізі фундаменту (N) : 12000 Глибина закладення фундаменту (d) : 120 Вихідні дані:

Згинальний момент щодо осі X (M_x) : 120 Висота фундаменту (h) : 1200 Довжина підшви (a_k) : 1697,1

Горизонтальна сила, що діє щодо осі X (T_x) : 120 Коефіцієнт K : 1200 Ширина підшви (b_k) : 1697,1

Згинальний момент щодо осі Y (M_y) : 120 Середнє знач. питомої ваги фундаменту і ґрунту на уступах (gamma_mt) : 1 Співвідношення сторін (nu) : 1

Горизонтальна сила, що діє щодо осі Y (T_y) : 120 Розрахунковий опір ґрунту (R) : 125 Напруга P_max : 1200,00452027263

Співвідношення сторін (nu) : 1 Напруга P_min : 1200,0038126313

Напруга P_cp : 1200,00416645196

Данні для розрахункового опору ґрунту Розрахунок >>

Типорозмір	L, мм	H, мм	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	Маса, т
1Ф13	1300	1050	450	275	150	200	3,19
1Ф17	1700	1050	450	275	50	400	4,17
2Ф13	1300	1050	550	225	150	200	3,05
2Ф17	1700	1050	550	225	50	400	4,04
1ФС13	1300	1050	450	275	150	200	3,19
2ФС13	1300	1050	550	225	150	200	3,05

Приблизні значення Роздрукувати результати

Рисунок 8. – Форма для визначення розмірів стовпчастих фундаментів

При появі з правого боку (у блоку вихідні данні) значень натиснути на кнопку “Приблизні значення”, при наявності в БД типорозміру фундаменту з’являється таблиця (DBGrid), в якій відображаються розміри типових фундаментів, розміри яких приблизно рівні розрахунковим. З правого боку можна побачити ескіз (вікно DBImag) запроектованого фундаменту, та отримати



роздрукований варіант отриманих даних за допомогою кнопки “Роздрукувати результати”.

Виходячи із специфіки стовпчастих фундаментів система має БД тільки квадратних в плані фундаментів. Якщо при розрахунку, співвідношення сторін фундаменту не $=1$, маємо варіант показаний на рис. 9.

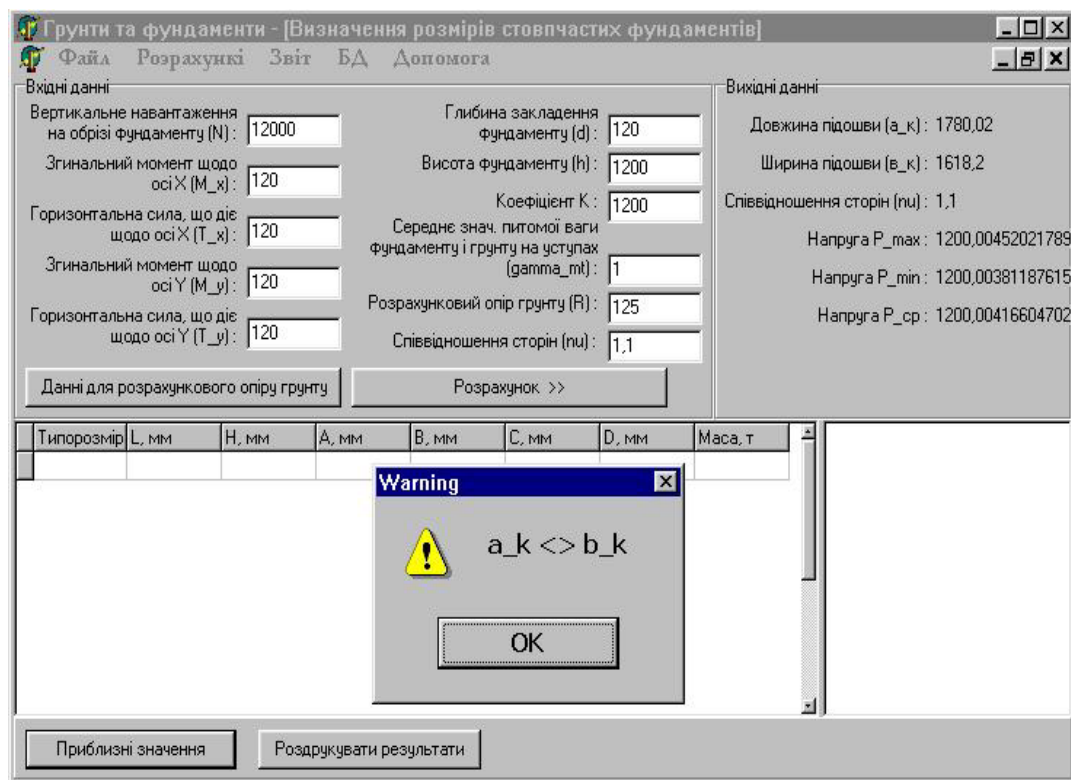


Рисунок 9. – Інформація про співвідношення сторін

Це повідомлення (рис. 9) попереджує, користувача що БД не містить даних про такі розміри. В такому випадку на друк відсилаються розрахункові значення запроєктованого фундаменту, та шаблон стовпчастого фундаменту, який в даному випадку не змінюється.

Зміст та призначення цієї форми (рис. 10) повністю відповідає формі для визначення розмірів стовпчастих фундаментів.

Ця форма (рис. 11) необхідна визначення глибини закладання фундаментів в залежності від глибини сезонного промерзання, та особливості споруди. При необхідності закладання фундаментів на різній глибині можна розрахувати різницю глибин суміжних фундаментів. Також ці дання необхідні при розрахунку розрахункового опору.



Грунти та фундаменти - [Визначення розмірів підшови стрічкових фундаментів]

Файл Розрахунки Звіт БД Допомога

Вхідні данні:

Вертикальне навантаження (N_2): 1000 Глибина закладення підшови фундаменту (d): 20000

Коефіцієнт, врахов. власну вагу фундаменту (K): 340 Довжина плити збірного фундаменту (L_n): 2380

Розрахунковий опір ґрунту (R): 230 Ознака збірних/монолітних фундаментів (w): 1

Середнє знач. питомої ваги фундаменту і ґрунту на поступках (γ_{mt}): 1,178 Коефіцієнт підвищення розрахункового опору ґрунту (K_{dj}): 1

Висота підшови (h): 300 Довжина фундаменту (L): 1000

Вихідні данні:

Тип: Суцільний
Середня напруга на підшови фундаменту:
Монолітного і суцільного (P): 10000,9595087315
Переривчастого (P_s): 0

Перевищення розр. опору ґрунту для переривчастого фундаменту (K_{df}): 0

Довжина плити збірного фундаменту (L_n): 2380

Кінцевий розр. опір (R_k): 23886,2587796443

Відстань між з/б плитами (L_b): 0

Ширина підшови (b): 1042,2

Данні для розрахункового опору ґрунту Розрахунок >>

Марка плити	b, мм	L, мм	h, мм	Обсяг бетону, м куб.	Вага плити, кН	Вага петель, кН
ФЛ12, 24	1200	2380	300	0,703	17,6	
ФЛ10, 24	1000	2380	300	0,608	15,2	

Приблизні значення Роздрукувати результати

Рисунок 10. – Форма для визначення стрічкових фундаментів

Грунти та фундаменти - [Розрахунок глибини закладання фундаментів]

Файл Розрахунки Звіт БД Допомога

Вхідні данні:

Сума абсолютних середньомісячних негативних температур (M_t): 18 Відстань між фундаментами (a): 1

Коефіцієнт d_0 , м: 0,28 Кут внутрішнього тертя (i_1): 35

Коефіцієнт теплового режиму (K_n): 0,9 Питоме зчеплення ґрунту (c_1): 18

Середній тиск під підшвою (p): 50

Розрахунок >>

Вихідні данні:

Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту (d_f): 1,06914545315406

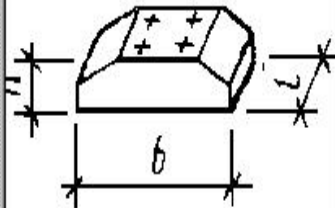
Припустима різниця глибини закладання суміжних фундаментів (Δh): 0,833814720414451

Рисунок 11. – Вигляд форми “Розрахунок глибини закладання фундаментів”

При редагуванні бази даних (рис. 12) стрічкових фундаментів користувачу надається можливість додавати запис. Для цього треба натиснути “Додати”. В такому випадку для введення нових параметрів з’явиться чиста графа (нижче той, на якій був курсор), куди і треба занести нові данні.



Редагування таблиці фундаментних плит стрічкових фундаментів							
Марка плити	b, мм	l, мм	h, мм	Обсяг бетону, м куб.	Вага плити, кН	Вага петель, Н	
ФЛ32, 12	3200	1180	500	1,6	40	65	
ФЛ32, 8	3200	780	500	1,047	26,2	46	
ФЛ28, 12	2800	1180	500	1,369	34,2	65	
ФЛ28, 8	2800	780	500	0,896	22,4	46	
ФЛ24, 12	2400	1180	500	1,138	28,45	46	
ФЛ24, 8	2400	780	500	0,745	18,65	32	
ФЛ20, 12	2000	1180	500	0,975	24,4	46	
ФЛ20, 8	2000	780	500	0,638	15,95	32	
ФЛ16, 24	1600	2380	500	0,987	24,7	32	



Додати Редагувати Видалити Прийняти Відмінити Завантажити ескіз Повернутись

Рисунок 12. – БД стрічкових фундаментів

При необхідності змінити параметри вже існуючі, треба користуватись кнопкою “Редагувати”. В такому випадку відмічаючи курсором данні для зміни значення з клавіатури вводиться нове.

При появі необхідності видалити запис із бази необхідно виділити весь рядок і натиснути “Видалити”. Всі данні що знаходились нижче видаленого автоматично піднімаються вгору. Після роботи з БД необхідно підтвердити свої наміри про зміну інформації натиснувши “Прийняти”, або “Відмінити”, якщо зміни не потрібні.

Для кожного типу фундаменту можна присвоїти свій власний ескіз за допомогою “Завантажити ескіз”. При натисканні кнопки користувач має можливість завантажити будь який графічний додаток, з урахуванням того, що це зображення буде відтворюватись при розрахунку і друку.

Після закінчення роботи з БД натискаючи “Повернутись” форма закривається і повертається до попередньо відкритого вікна.

Ця інформативна база (рис. 13) дає можливість користувачу отримати інформацію про існуючі розміри стінових панелей, які використовуються при будівництві. В залежності від занесених в БД розмірів фундаментних стрічкових плит, ця таблиця дає можливість редагувати розміри стінових панелей.



Редагування таблиці фундаментних стінових блоків				
Тип блоку	Довжина	Ширина	Висота	
ФБС	2380	300	580	
ФБС	2380	400	580	
ФБС	2380	500	580	
ФБС	2380	600	580	
ФБС	1180	400	580	
ФБС	1180	500	580	
ФБС	1180	600	580	
ФБС	1180	400	280	
ФБС	1180	500	280	

Додати Редагувати Видалити Прийняти Відмінити Повернутись

Рисунок 13. – БД стінових панелей

Редагування таблиці відбувається за тим ж принципами, що і у таблиці розмірів стрічкових фундаментних плит. Крім можливості присвоювання певним розмірам ескізів деталей.

При редагуванні бази даних стовпчастих фундаментів користувачу надається можливість додавати запис. Для цього треба натиснути “Додати”. В такому випадку для введення нових параметрів з’явиться чиста графа (нижче той, на якій був курсор), куди і треба занести нові данні.

При необхідності змінити параметри вже існуючі, треба користуватись кнопкою “Редагувати”. В такому випадку відмічаючи курсором данні для зміни значення с клавіатури вводиться нове.

При появі необхідності видалити запис із бази необхідно виділити весь рядок і натиснути “Видалити”. Всі данні що знаходились нижче видаленого автоматично піднімаються вгору.

Після роботи з БД необхідно підтвердити свої наміри про зміну інформації натиснувши “Прийняти”, або “Відмінити”, якщо зміни не потрібні.

Для кожного типу фундаменту можна присвоїти свій власний ескіз за допомогою “Завантажити ескіз”. При натисканні кнопки користувач має можливість завантажити будь який графічний додаток, з урахуванням того, що це зображення буде відтворюватись при розрахунку і друку.



На відміну від стрічкових фундаментів до таблиці розмірів занесенні тільки ті типи фундаментів, які мають в основі квадратну форму підошви фундаменту, результат при розрахунку у вигляді таблиці і ескізу відображається на головній формі стовпчастих фундаментів лише у випадках, коли ця умова ($a/b=1$) має місце.

Після закінчення роботи з БД натискаючи “Повернутись” форма закривається і повертається до попередньо відкритого вікна.

Ця інформативна база (рис. 14) дає можливість користувачу отримати інформацію про існуючі розміри, які використовуються при будівництві. В залежності від занесених в БД розмірів фундаментних стовпчастих плит, ця таблиця дає можливість редагувати розміри. Редагування таблиці відбувається за тим ж принципами, що і у таблиці розмірів стовпчастих фундаментних плит. Крім можливості присвоювання певним розмірам ескізів деталей.

Висота плитної частини фундаменту Н, мм	h1	h2	h3
300	300		
450	450		
600	300	300	
750	300	450	
900	300	300	300
1050	300	300	450
1200	300	450	450
1500	450	450	600

Рисунок 14. – БД ступіней для плит стовпчастих фундаментів

Висновки.

Запропоновано програмно-технічний комплекс практичної реалізації системи діагностики технічного стану будівельних конструкції і споруд; розроблена структура програмного забезпечення системи автоматизованої діагностики технічного стану будівельних конструкції і споруд; проведені експериментальні дослідження щодо ефективності запропонованої системи



автоматизованої діагностики та проведена оцінка збігу практичних діагностичних висновків та результатів комп'ютерного моделювання процесів діагностики на основі нечітких моделей та алгоритмів штучного інтелекту. Отриманні позитивні результати такої оцінки, що підтверджує ефективність запропонованої автоматизованої інформаційної технології та аналітичних засобів її підтримки щодо системи автоматизованої діагностики технічного стану будівельних конструкції і споруд.

Література:

1. Моделі та методи інформаційної системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва: підручник / О.О. Терентьев, І.В. Русан, Є.В. Горбатюк, Є.В. Бородавка, О.І. Баліна, О.В. Доля, О.Б. Тисленко. Київ: Компрінт, 2023. 240 с.
2. Терентьев О.О. Моделі визначення фізичного зношення конструктивних елементів будівлі для задач діагностики технічного стану / Баліна О.І., Шабала Є.Є.// Київ: Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць, випуск 26/2016, КНУБА, 2016. С. 153-157.
3. Терентьев О.О., Горбатюк Є.В., Тисленко О.Б., Зубрій І.М. Підвищення ефективності інформаційної системи комплексної безпеки захисту будівель. Modern engineering and innovative technologies. Issue №29. Part 1. October 2023. P. 102-111. DOI: 10.30890/2567-5273.2023-29-01-022.
4. Михайленко В.М. Аналіз сучасних інформаційних методів системи діагностики технічного стану будівель /Терентьев О.О., Шабала Є.Є.// Київ: Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць, випуск 29/2017, КНУБА, 2017. С. 136-143.
5. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва [Текст]: монографія /В.М. Михайленко, П.Є. Григоровський, І.В. Русан, О.О. Терентьев // Київ: ЦП «Компрінт», 2017. С. 229.
6. Архітектура інформаційної системи діагностики технічного стану фундаментів будівель / Терентьев О.О., Горбатюк Є.В., Тисленко О.Б., Зубрій



I.M., Макапчук О.В. SWorldJournal. Issue No24 Part 1 March 2024. P. 135-143. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-24-00-073.

7. Olexander Terentyev. Methodology a comprehensive survey and assessment of technical condition of staircases – Scientific Journal «ScienceRise», Volume 8/2(13), August 2015. P. 41-46.

8. Olexander Terentyev. Mathematical model of the system of decision support for problem diagnostics of technical condition of building constructions – Scientific Journal «ScienceRise» №9/2(14), September 2015. P. 35-40.

9. Olexander Terentyev. Development of models and methods for determining the physical deterioration of items for the task of diagnostics of technical condition of buildings and structures /Olexander Poltorak // Scientific Journal «ScienceRise» №8/2(25), August 2016. P. 14-19.

10. Терентьев О.О., Горбатюк Є.В., Тисленко О.Б., Зубрій І.М. (2024). Методика розробки підвищення ефективності інформаційної системи безпечної експлуатації будівель. Modern engineering and innovative technologies. Issue №31. Part 1. February 2024. P. 62-71. DOI: 10.30890/2567-5273.2024-31-00-014.

Abstract. *The relevance of the research is due to the problem of research and development of information technology and analytical tools for its support for the automated diagnosis of technical condition of building structures and structures at the stages of their life cycle. The risk assessment was carried out when making diagnostic conclusions regarding the technical condition of building structures and buildings in general. The architecture of the system of automated diagnostics of the technical condition of building structures and structures was proposed and an experimental study of its efficiency and efficiency was carried out.*

Key words: *building constructions, structures, life cycle, diagnostics, technical condition, fuzzy models, knowledge base, intelligent systems, risk.*

Стаття відправлена: 08/02/2025

© Терентьев О.О., Горбатюк Є.В., Тисленко О.Б., Биков В.С.