

УДК 721.01:624.012.3:681.3.06

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований влияния способа уплотнения предложенной реставрационной цемяночной штукатурки, после ее формирования в опалубку на создание в ней трещин, прочность на сжатие, прочность сцепления с основанием и пористость.

Ключевые слова: реставрация, цемяночная штукатурка, уплотнения, штыкование, вибрирование, растворная смесь, физико-механические показатели.

ANNOTATION

The effects of compaction method proposed restoration tsemyankovoyi plaster, after its formation in formwork, to create it cracks, the compressive strength, the strength of adhesion to the base and porosity.

Keywords: restoration, tsemyankova plaster, seal, shtykuvannya, vibration, mortar mix, physical-mechanical parameters.

Д.О. Городецький, к.т.н.;

Є.Б. Стрелець-Стрелецький, к.т.н.;

Д.В. Медведенко, ООО ЛІРА САПР;

В.П. Максименко, к.т.н., НДІБВ, Київ

НОВІ АМОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ ҐРУНТ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ ВПЛИВУ НОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ІСНУЮЧУ ЗАБУДОВУ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто можливості системи ҐРУНТ для визначення параметрів ґрунтової та пальової основ відповідно до моделей Вінклера та Пастернака для визначення зони впливу нового будівництва на існуючу забудову. Наведено класичні та експериментальні методи, а також реалізовані алгоритми обчислення просідання, кренів та перекосів існуючих і проєктованих споруд відповідно до різних нормативних документів. Система ҐРУНТ дозволяє виконувати експертну оцінку впливу нових будівель на існуючу забудову.

Ключові слова: ґрунтова основа, пальові фундаменти.

Враховуючи те, що будівництво висотних будинків відрізняється великими значеннями осідань ґрунтової основи та необхідністю влаштування глибоких котлованів для підземної частини включно із фундаментами, в нормативних документах обов'язковим є визначення зони впливу нового будівництва на деформаційний стан існуючої

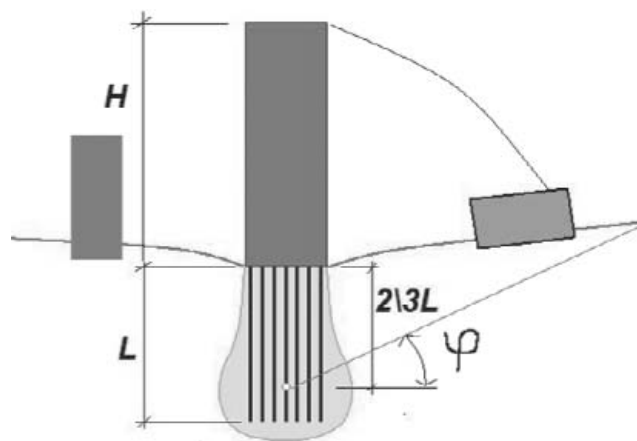


Рис. 1. Визначення зон впливу нового будівництва на існуючу забудову

Конструктивна схема існуючого будинку	Максимальна допустима величина додаткових осідань ґрунтової основи, см	Відносна різниця осідань ґрунтової основи
Будинки з залізобетонним каркасом	4	0,0020
Будинки з несучими стінами з цегляної та іншої кладки, дрібноштучної кладки з армуванням або влаштуванням залізобетонних поясів	3	0,0015
Будинки з несучими стінами з цегляної кладки без армування	2	0,0010
Будинки з несучими стінами з крупних панелей	1	0,0010

забудови, у тому числі додаткових осідань ґрунтової основи та їх нерівномірності, горизонтальних переміщень, наднормативних кренів, зсувів, руйнування конструкцій тощо [12], [13] (рис. 1).

Допустимі максимальні додаткові осідання ґрунтової основи існуючих будинків у зоні впливу висотного будівництва (згідно з таблицею 4.3 ДБН В.2.2-24:2009 [12]).

Розмір зони впливу (воронки осідань) нового будівництва на ґрунтову основу існуючої забудови для кожного висотного будинку визначається розрахунком у відповідності з нормативними документами з використанням існуючих програмних комплексів, наприклад, ПК "Plaxis", ПК "ЛІРА" та нової версії ПК "ГРУНТ" тощо.

Система ГРУНТ реалізує обчислення параметрів жорсткості природної та пальової основ відповідно до моделей ґрунту Вінклера і Пастернака. Для опису майданчика будівництва в графічному режимі задаються база характеристик ґрунту (ІГЕ), координати та відмітки гирла свердловин, а також характеристики шарів ґрунту в кожній свердловині (рис. 2, 4).

На підставі цих даних формується просторова модель ґрунтової основи, а за відмітками гирл свердловин будується рельєф денної поверхні. При цьому передбачається, що рельєф є досить

гладким (рис. 3). Контроль заданих параметрів може здійснюватися за допомогою відображення геологічних розрізів, які розташовуються уздовж відрізка прямої, проведеної в будь-якому місці заданого майданчика будівництва.

На заданому майданчику будівництва розташовуються довільні полігональні контури існуючих фундаментів на ґрунтовій основі та пальових ростверків проєктованих споруд. Задаються також параметри ростверка і паль (товщина ростверка — T_r , довжина — L , діаметр — D , середній крок паль — A_{sp} , кількість паль — n).

У межах кожного контуру задаються навантаження, прикладені в рівні відмітки підшви відповідного фундаменту (Рис. 4). Навантаження можуть бути задані в довільному місці майданчика. Допускаються такі види навантажень — зосереджені сили та рівномірно розподілені навантаження по всій області довільно окресленого контуру.

Зовнішнє навантаження на пальовий ростверк може бути розподілено по декількох рівнях вздовж довжини паль, що дає можливість точніше моделювати сумісну роботу паль з ґрунтом. Повне навантаження регулюється трьома коефіцієнтами. Коефіцієнт K_1 відповідає частці навантаження на рівень підшви ростверка. Коефіцієнт K_2 відповідає частці навантаження, що діє вздовж дов-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Номер ИГЭ	Усл. обозн.	Наименование грунта	Цвет	Модуль деформации, тс/м²	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта, тс/м³	Коэффициент перехода к 2 модулю деформации	Природная влажность, доли	Показатель текучести	Вода	Коэффициент пористости
1	1		Насыпной		1000	0.3	1.8	5	0.05	0.2		
2	2		Песок пылеватый		1800	0.3	1.75	5	0.25		W	0
3	3		Супесь		2000	0.3	1.82	5	0.26	1.1	W	0
4	4		Суглинок тугоплавкий		1800	0.35	1.87	5	0.17	0.26		0
5	5		Глина полутвердая		2200	0.42	1.92	5	0.02	0.15		

Рис. 2. Пошарові характеристики ґрунтів

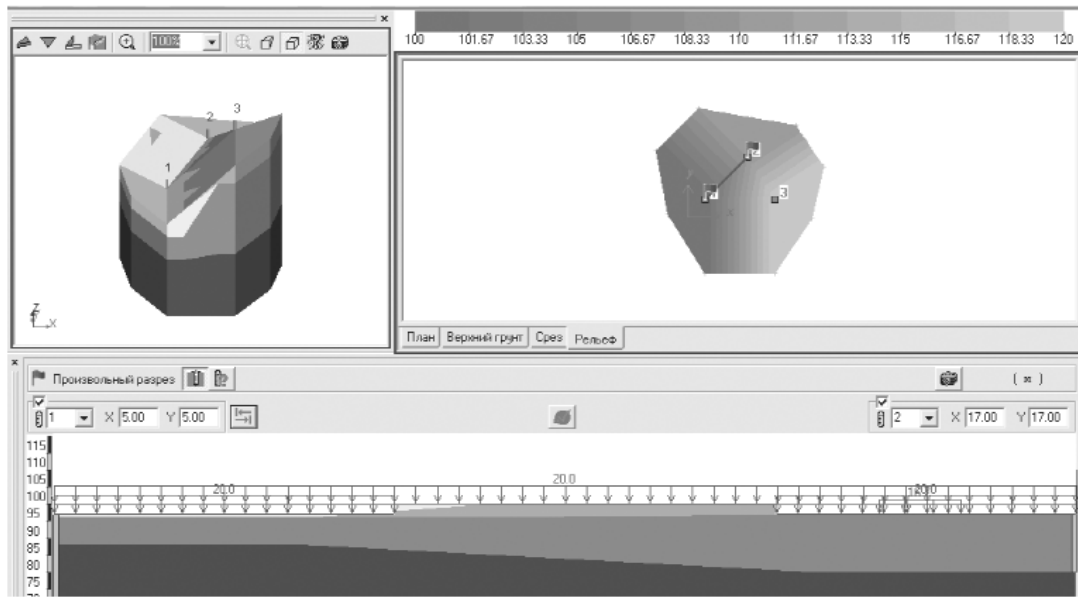


Рис. 3. Просторова модель ґрунтової основи

жини паль. Крім того, частка навантаження вздовж паль (K2) може бути ще розбита на кілька низхідних підрівнів за трикутним законом. Коефіцієнт K3 відповідає частці навантаження на рівень закладення паль у ґрунт. Сума цих коефіцієнтів повинна дорівнювати одиниці.

Система виконує такі операції:

- визначення полів осідань ґрунтової та пальової основ для існуючих і проєктованих будівель у відповідності з заданими навантаженнями та інженерно-геологічними умовами;
- визначення нижньої межі стисливої товщі відповідно до умов різних нормативів;
- обчислення коефіцієнтів пружності ґрунтової основи C1 і C2 відповідно до моделей ґрунту Вінклера і Пастернака;

- обчислення різниць осідань, а також перекосів фундаментів існуючих будівель з урахуванням впливу нового будівництва.

Для виконання обчислень виконується автоматична тріангуляція областей, обмежених заданими контурами. У вузлах тріангуляції з заданим кроком обчислюються всі необхідні параметри.

Відповідно до заданих навантажень визначаються осідання ґрунту під проєктованими фундаментами і пальовими ростверками. При цьому враховуються положення чинних в Україні та Росії норм з проєктування основ будинків і споруд та пальових фундаментів — ДБН В.2.1-10: 2009, СНиП 2.02.01-83, СП 50-101-2004, а також СП 22.13330.2011 і СП 24.13330.2011 [1-12].

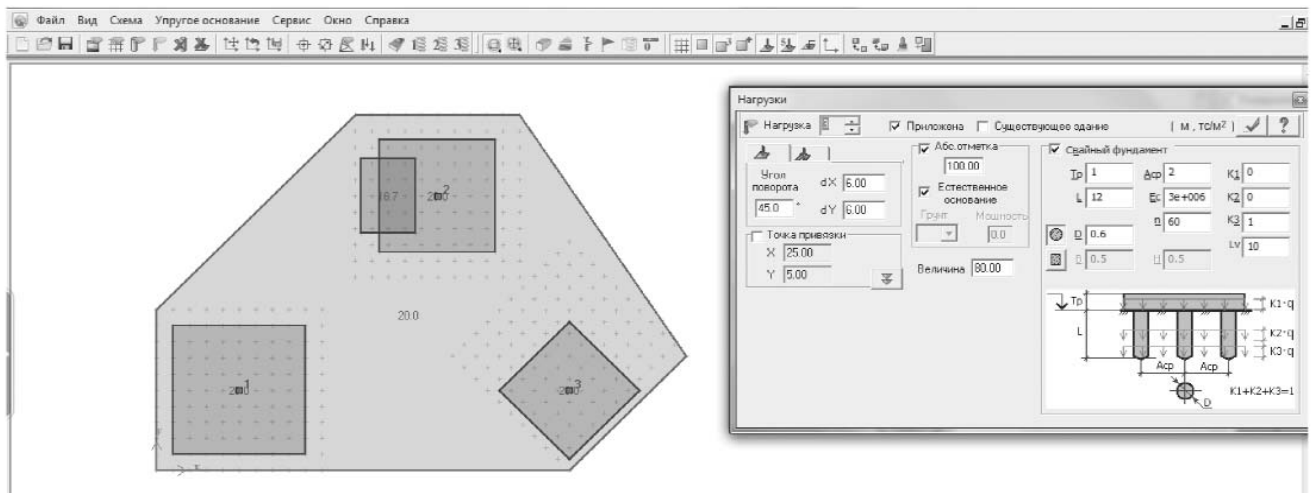


Рис. 4. Завдання навантажень на пальову основу

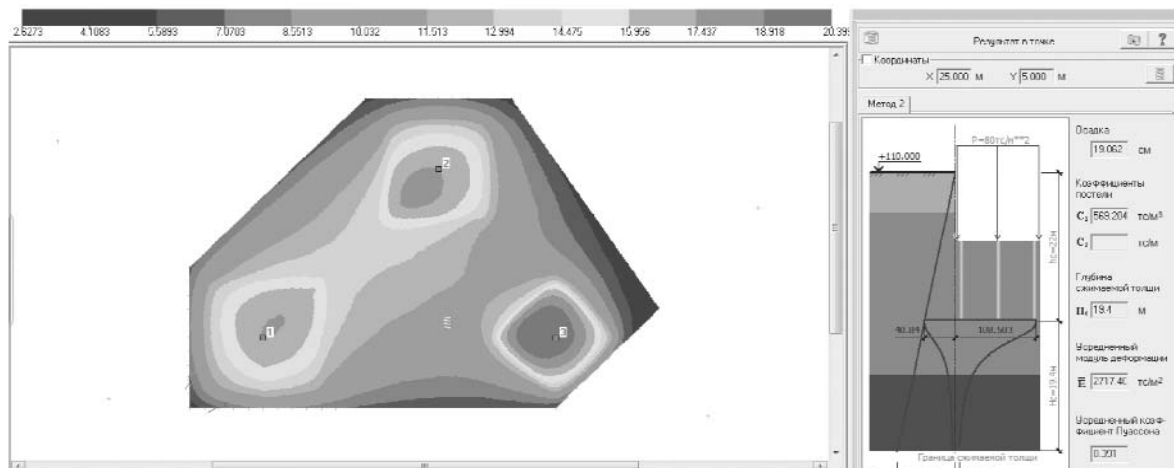


Рис. 5. Ізополя осідань і етюра вертикального напруження

Обчислення осідань S виконується методом пошарового сумування з використанням схеми лінійно-деформованого півпростору (задача Бусінеска) [8] (рис.5).

Досягнення нижньої межі стисливої товщі H_C регулюється виконанням умови $\sigma_{zp} = k \cdot \sigma_{zg}$ за допомогою заданого коефіцієнта k .

Обчислюються такі складові осідання:

$$W1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) \cdot h_i}{E_i};$$

$$W2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{zy,i} \cdot h_i}{E_{ei}}; \quad W3 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_{ei}},$$

де E_i — модуль деформації i -го шару ґрунту за первинним навантаженням;

E_{ei} — модуль деформації i -го шару ґрунту за вторинним навантаженням; за замовчуванням $E_{ei} = E_i$;

$\sigma_{zp,i}$ — напруження в i -тому шарі ґрунту від зовнішнього навантаження;

$\sigma_{zy,i}$ — напруження в i -тому шарі від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану;

n — кількість підшарів ґрунту від підшови фундаменту до межі стисливої товщі H_C .

Якщо власна вага ґрунту на рівні підшови більше середнього тиску під підшовою, то $S = 0.8 \cdot W3$, інакше

$$S = 0.8 \cdot (W1 + W2).$$

Для обчислення коефіцієнтів постелі використовуються усереднені (в межах зафіксованої глибини стисливої товщі H_C) значення модуля де-

формації $E_{ГР}$ і коефіцієнта бокового розширення $m_{ГР}$. Ці значення обчислюються за формулами:

$$E_{ГР} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{H_C}; \quad m_{ГР} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i h_i}{H_C}$$

Коефіцієнт постелі C_1 обчислюється трьома методами.

Метод 1. Коефіцієнт постелі C_1 обчислюється за усередненими значеннями $E_{ГР}$ і $m_{ГР}$:

$$C_1 = E_{ГР} / [H_C (1 - 2m_{ГР}^2)]$$

Метод 2. Коефіцієнт постелі C_1 обчислюється за формулою Вінклера:

$$C_1 = q/S$$

де q — середній тиск під підшовою фундаменту.

Метод 3. Для визначення коефіцієнта постелі C_1 використовується формула методу 1. Відмінність полягає в тому, що для визначення усередненого модуля деформації $E_{ГР3}$ вводиться поправочний коефіцієнт u до величини модуля деформації i -того підшару. Цей коефіцієнт змінюється від $u_1=1$ на рівні підшови фундаменту до $u_n=12$ на рівні вже обчисленої межі стисливої товщі. Прийнято, що коефіцієнт u змінюється за законом квадратної параболі:

$$u = 11z^2 / H_C^2 + 1$$

Крім того, приймається, що додатковий вертикальний тиск по глибині розподілений рівномірно. Тоді

$$E_{ГР3} = H_C \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{u_i E_i}$$

Суть методу 3 викладена в роботах [6, 7] і полягає в тому, що насправді модуль деформації ґрунту

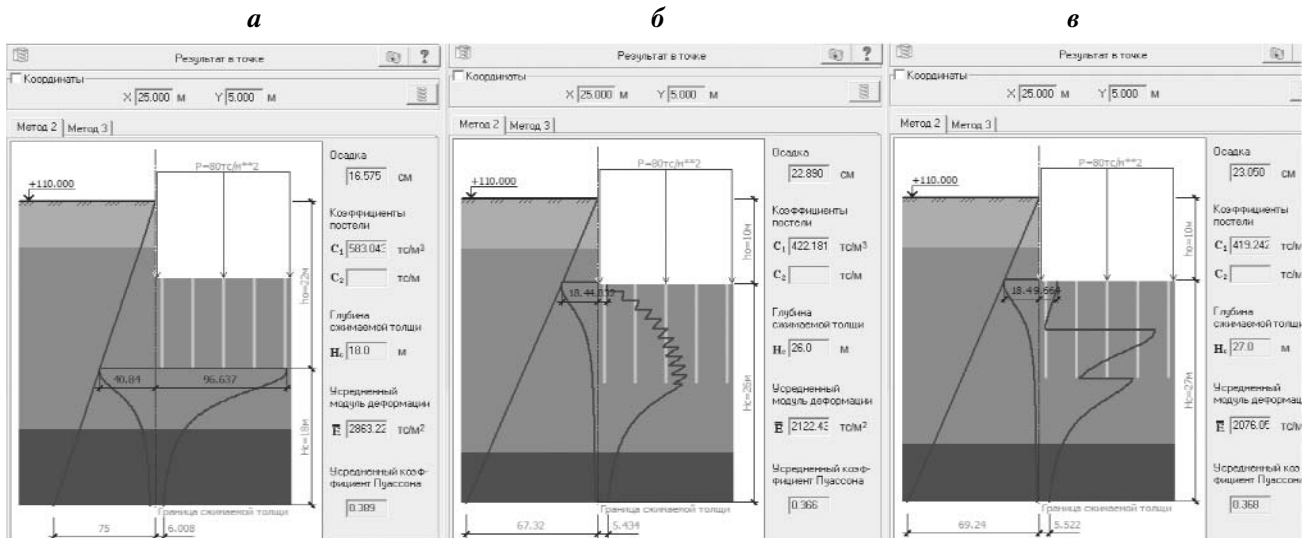


Рис. 6. Епюра вертикального напруження при різному розподілі навантаження вздовж паль

по глибині наростає. Не урахування цього факта призводить до невиправдано завищених значень осідань, а, отже, і до занижених значень коефіцієнта постелі C_1 .

Для методів 1 і 3 коефіцієнт постелі C_2 обчислюється за формулою:

$$C_2 = C_1 H^2 C_1 (1 - 2m_{TP}) / [6(1 + m_{TP})]$$

Для методу 2 коефіцієнт постелі C_2 не обчислюється.

За результатами роботи системи виконується побудова полів осідань, меж стисливої товщі, коефіцієнтів постелі Пастернака и Вінклера. Виконується побудова епюр вертикальних напружень в будь-якій точці прикладеного навантаження (рис. 5, 6).

Розрахунок осідання пального фундаменту як умовного відповідно до норм виконується при K_1 , $K_2 = 0$ и $K_3 = 1$.

Якщо зовнішнє навантаження на пальовий фундамент задано на декілька рівнів, то епюра напружень від нього матиме ступінчастий вигляд, що відображує рівні прикладення відповідних часток навантаження. Так на рис. 6-а показана епюра вертикального напруження при $K_1 = 0$, $K_2 = 0$, $K_3 = 1$. На рис. 6-б показана епюра вертикального напруження при $K_1 = 0.05$, $K_2 = 0.9$, $K_3 = 0.05$. Причому, K_2 розбитий на 10 підрівнів (кількість підрівнів може змінюватися за бажанням користувача). На рис. 6-в показана епюра вертикального напруження при $K_1 = 0.1$, $K_2 = 0.6$, $K_3 = 0.3$.

За результатами обчислень просідань надається можливість обчислення їхніх різниць між існуючими та проектними фундаментами. Визначаються також перекоси фундаментів існуючих будівель, що виникають від проектних споруд (рис. 7). Перекоси обчислюються між парами то-

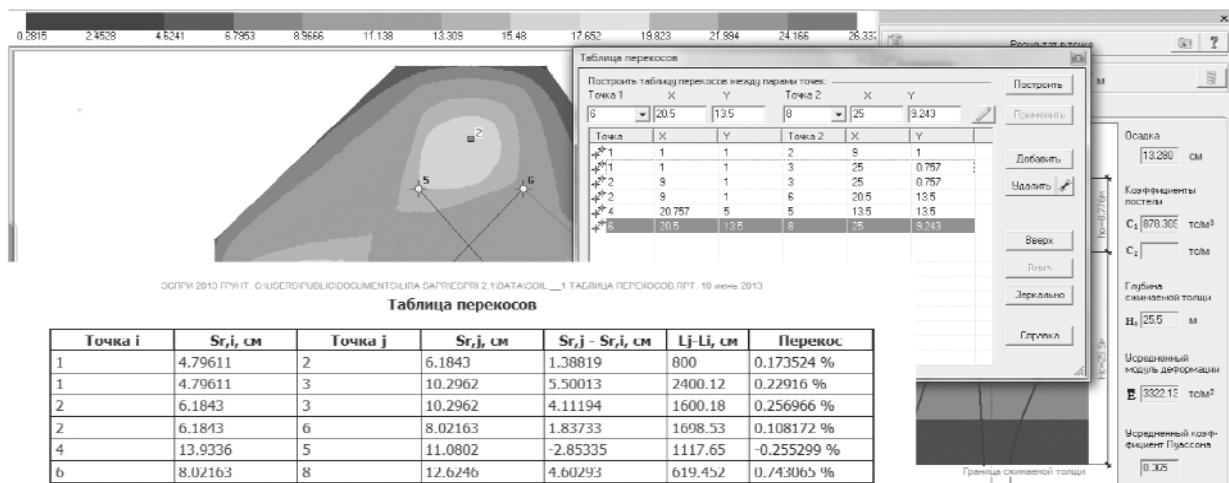


Рис. 7. Таблиці осідань і перекосів

чок, які задані користувачем.

Система ГРУНТ входить до складу таких програмних комплексів, як ЛІРА-САПР, МОНОМАХ-САПР і ЕСПРІ 2013.

ВИСНОВКИ.

Система ГРУНТ дозволяє виконувати експертну оцінку осідань, кренів та перекосів споруд, як на природній, так і на пальовій основі, а також оцінювати вплив нового будівництва на існуючу забудову.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10:2009. *Основи та фундаменти споруд*. Мінрегіонбуд України. Київ, 2009.-107.с
2. СНиП 2.02.01-83. *Основания зданий и сооружений*. М., Стройиздат, 1985. — 40с.
3. СП 50-101-2004. *Основания зданий и сооружений*. М., ФГУП ЦПП, 2005. - 176с.
4. СП 22.13330.2011. *Основания зданий и сооружений*. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. М., 2011.- 166с.
5. СП 24.13330.2011. *Свайные фундаменты*. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. М., 2011.- 85с.
6. Г.К. Клейн. *Расчет балок на сплошном основании, непрерывно неоднородном по глубине*. Строительная механика и конструкции. Сб. трудов МИИГС Мосгорисполкома, №3, 1954.-С.120.
7. Г.К. Клейн, А.Е. Дураев. *Учет возрастания модуля деформации грунта с увеличением глубины при расчете балок на сплошном основании*. Гидротехническое строительство. 1971.-№7.-С.19-21.
8. Н.А. Цытович. *Механика грунтов*. М., Госстройиздат, 1963.- 636с.
9. ДБН В.2.2-24:2009. *Проектування висотних житлових і громадських будинків*. Київ, 2009.

10. ДБН В.1.2-12-2008 *Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки*, Мінрегіонбуд України, К., 2008 р.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены новые возможности системы ГРУНТ, предназначенной для определения параметров жесткости грунтового и свайного оснований в соответствии с моделями Винклера и Пастернака для оценки влияния нового строительства на существующую застройку. Приведены классические и экспериментальные методы, а также реализованные алгоритмы вычисления осадок, кренов и перекосов существующих и проектируемых сооружений в соответствии с различными нормативными документами. Система ГРУНТ позволяет производить экспертную оценку влияния проектируемых новых зданий на существующую окружающую застройку.

Ключевые слова: грунтовое основание, свайные фундаменты.

ANNOTATION

The paper focuses on features of the SOIL system that is meant to calculate subgrade moduli of soil and pile footings according to Winkler and Pasternak models for determination of influence of new building on existent building. The paper also presents classic and experimental methods as well as realized algorithms for calculating settlements, rotations and skews of existing structures and structures being designed. The calculation is made according to different building codes. The SOIL system enables the user to evaluate influence of newly designed structures on the existing neighbouring structures.

Keywords: soil basis, pile bases.