



ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА СЕЙСМІЧНУ РЕАКЦІЮ ТА ПАРАМЕТРИ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ КАРКАСНО-МОНОЛІТНОЇ БУДІВЛІ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ

Магістрант: Міщенко Андрій Володимирович

Науковий керівник: Андрухов В. М., к.т.н., доцент кафедри БМГА

Мета досліджень

Оцінка впливу на сейсмічну реакцію та параметри напружено-деформованого стану багатоповерхової каркасно-монолітної будівлі архітектурно-планувальних та конструктивних рішень.

Об'єкт досліджень

14-ти поверховий залізобетонний житловий будинок, запроєктований за схемою монолітного безрігельного каркасу для будівництва у сейсмічному районі України (м. Одеса) з інтенсивністю сейсмічних впливів 7-8 балів.

Предмет досліджень

Параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій багатоповерхового залізобетонного житлового будинку із симетричним та несиметричним розміщенням несучих конструкцій, визначених за результатами розрахунку з урахуванням сейсмічного впливу.

Задачі досліджень

Аналіз вимог нормативних документів та літературних джерел щодо особливостей розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи

Визначення мети та завдань дослідження

Розробка розрахункових моделей будівлі:
із симетричним та несиметричним розміщенням несучих конструкцій

Збір навантажень для розрахунку моделі на основні та аварійні сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу. Моделювання сейсмічного впливу за різними методами:

- спектральним методом ДБН В.1.1-12;
- прямим динамічним методом з використанням акселерограм.

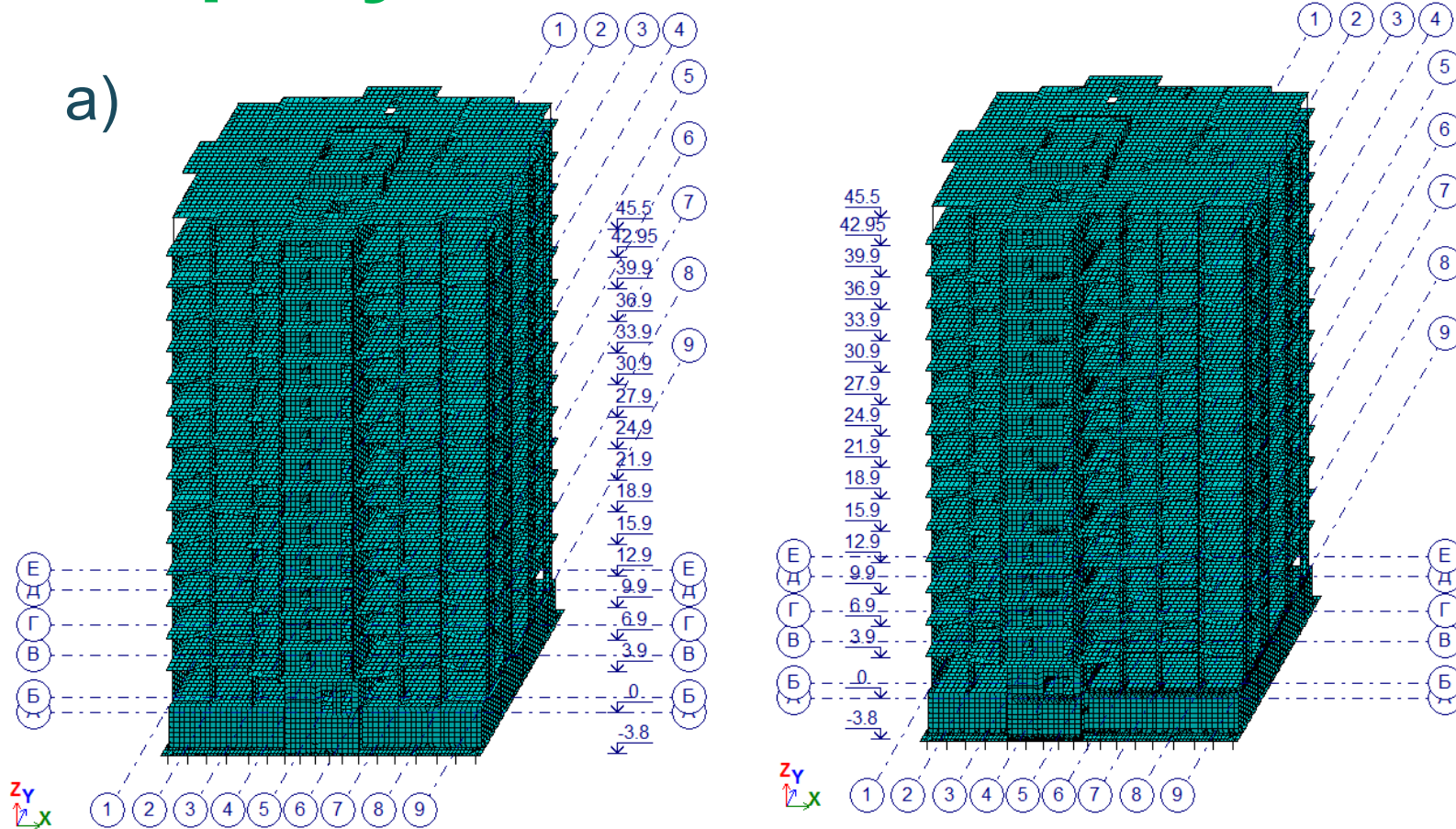
Розрахунок моделі на основні та аварійні сполучення навантажень.
Аналіз результатів розрахунку

Порівняння результатів розрахунку моделей із симетричним та несиметричним розміщенням несучих конструкцій за наступними показниками:

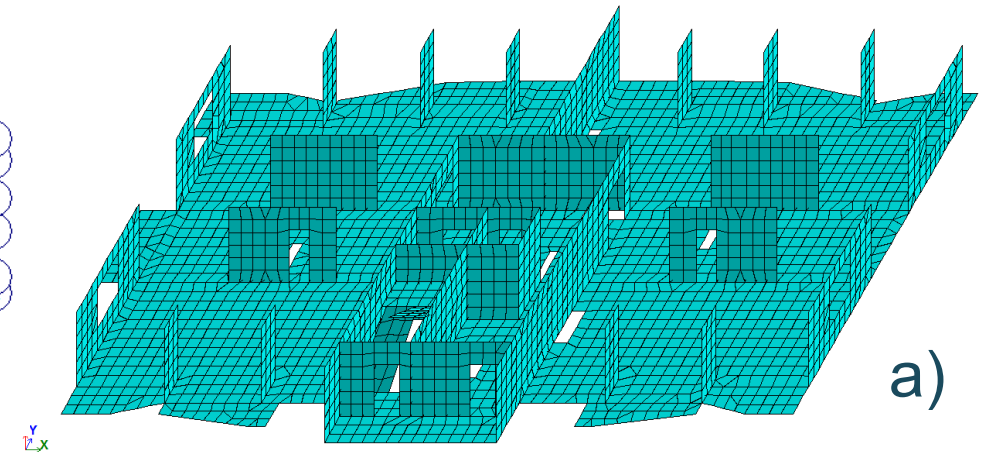
- динамічні характеристики;
- сейсмічні (інерційні) навантаження;
- параметри НДС конструкцій;
- витрати матеріалів (армування) конструкцій

Підготовка висновків за результатами проведених досліджень

Розрахункові моделі



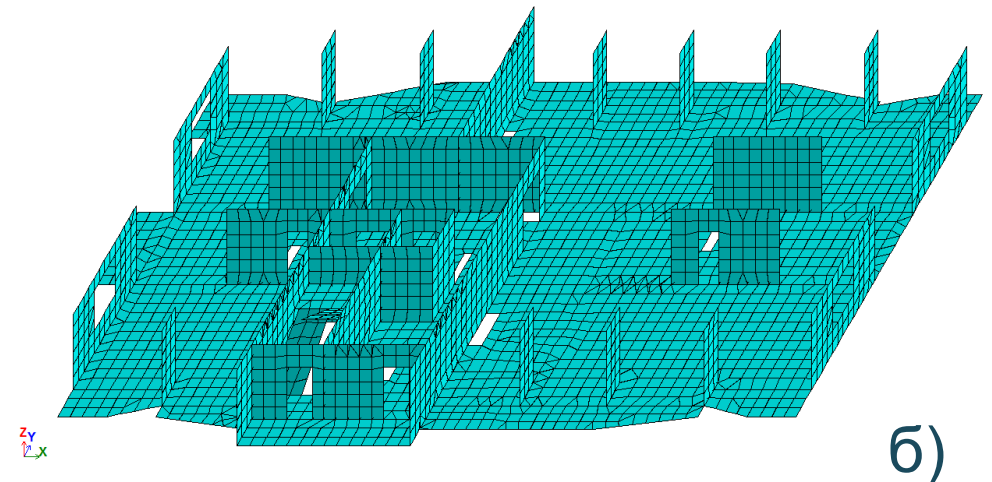
Загальний вигляд тривимірних комп'ютерних моделей 14-ти поверхового будинку:
а – модель 1; б – модель 2



Параметри скінчених елементів комп'ютерних моделей

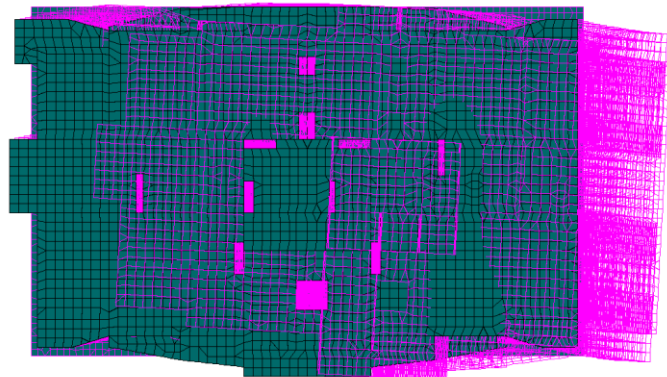
№ т.ж.	Геометричні параметри	Фізико-механічні параметри	Положення в конструктивній схемі будинку
2	Брус 40x40	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=2,5$	Колони
3	Брус 30x40	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=2,5$	Колони
4	Пластина Н40	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=2.5$	Діафрагми жорсткості
5	Пластина Н30	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=2.5$	Діафрагми жорсткості, стіни шахт ліфтів, стіни сходової клітини
6	Пластина Н25	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=2.5$	Стіни шахт ліфтів
7	Пластина Н20	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=2.5$	Перекриття на всіх поверхах
8	Пластина Н40	$E=2.75e+006, \nu=0.2, R_o=2.5$	Стіни підвалу
9	Брус 1x1	$E=3,06e+006, \nu=0.2, R_o=0,1$	Фіктивні стрижні для реалізації лінійних навантажень від ваги зовнішніх стін і огорож
10	Пластина Н120	$E=2,75e+006, \nu=0.2, R_o=2.5$	Плита ростверку

Позначення: R_o - щільність матеріалу елементів розрахункової схеми, тс/м³;
 E - модуль пружності, тс/м²; ν – коефіцієнт Пуасона

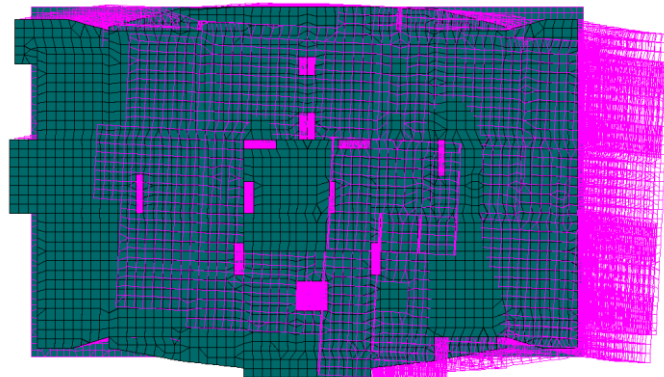


Фрагменти комп'ютерних моделей.
Типовий поверх моделі 1 (а)
та моделі 2(б)

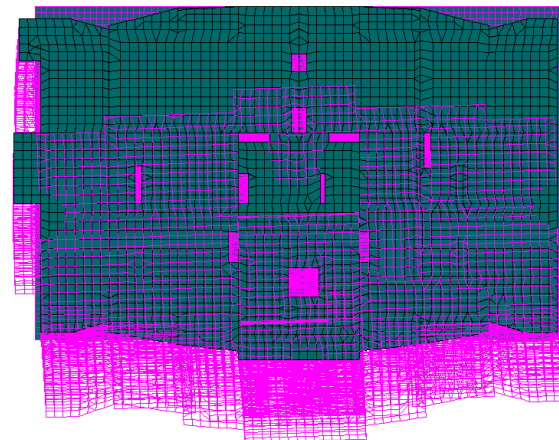
Результати чисельних досліджень



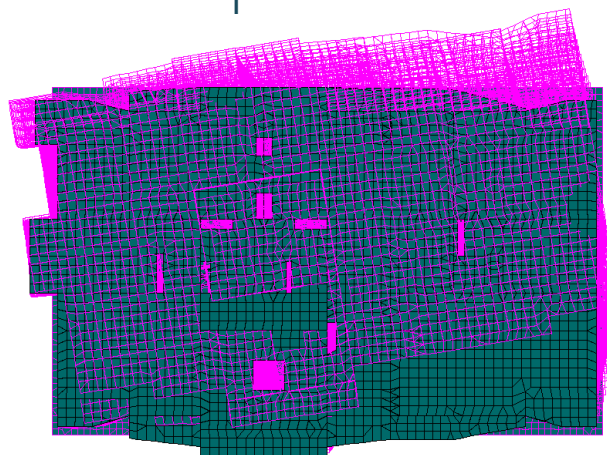
$T_1=0.974$ с



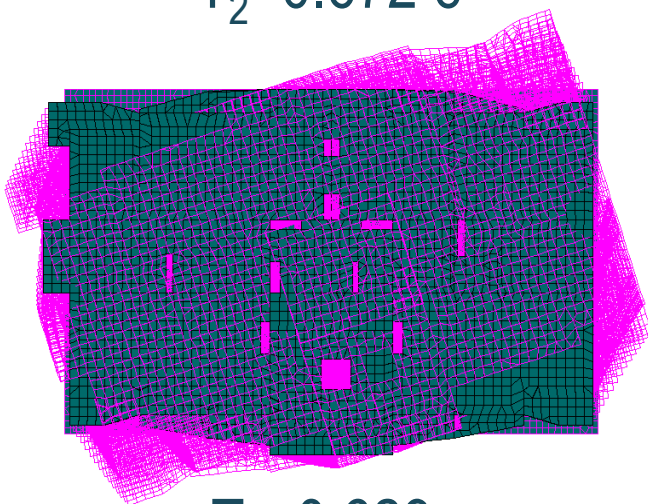
$T_1=0.882$ с



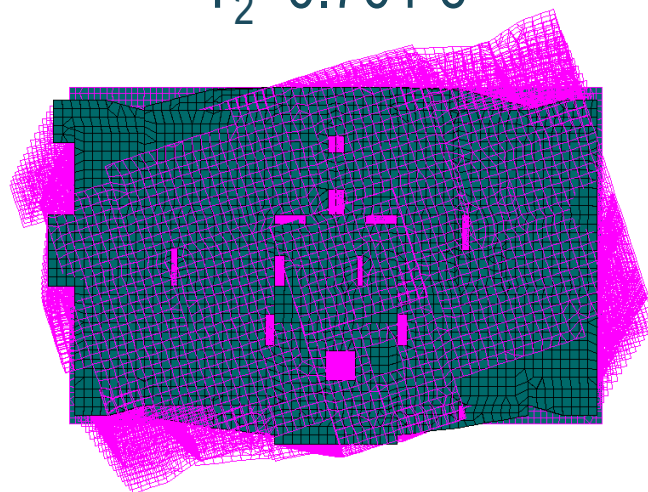
$T_2=0.672$ с



$T_2=0.701$ с



$T_3=0.629$ с



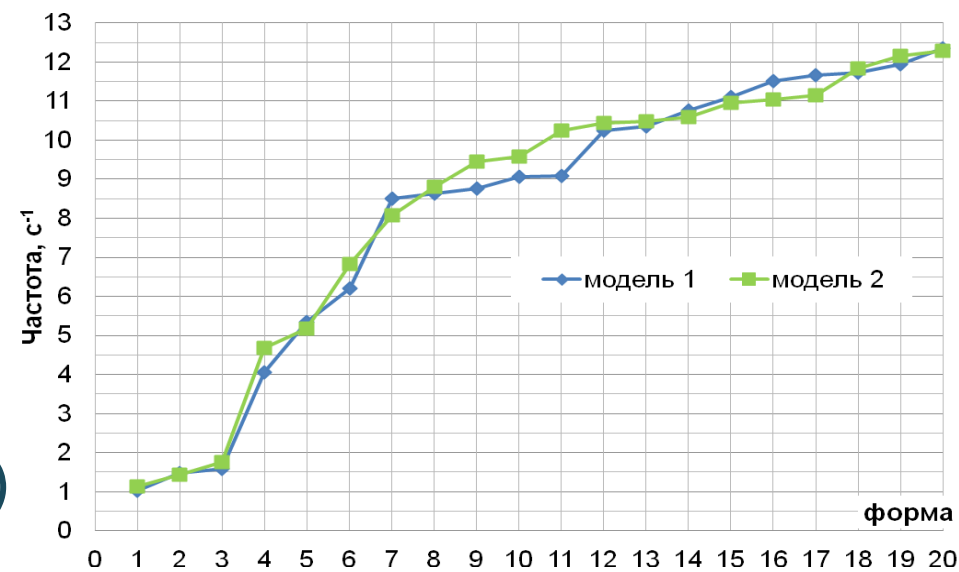
$T_3=0.567$ с

а)

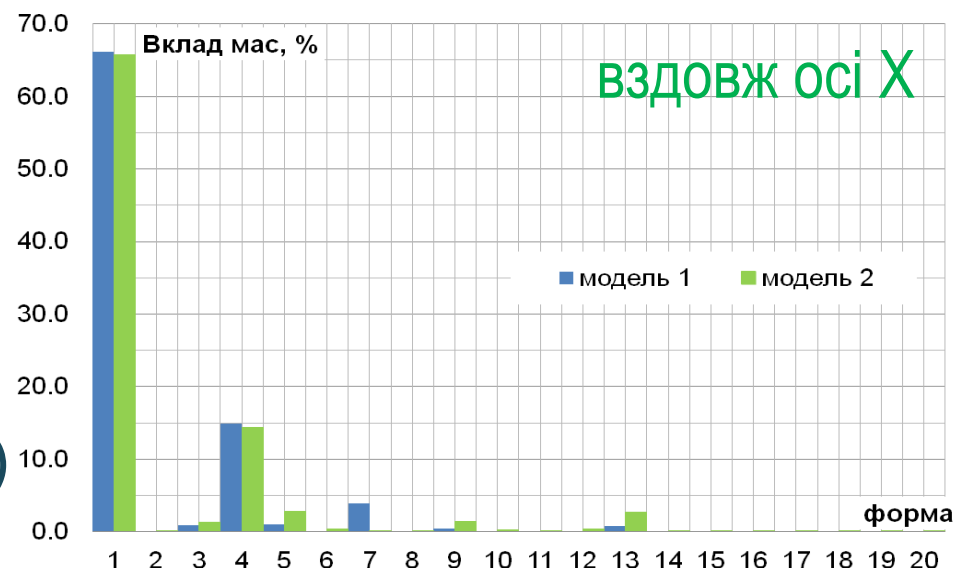
б)

Перші форми власних коливань будівлі:
а – модель 1;
б – модель 2

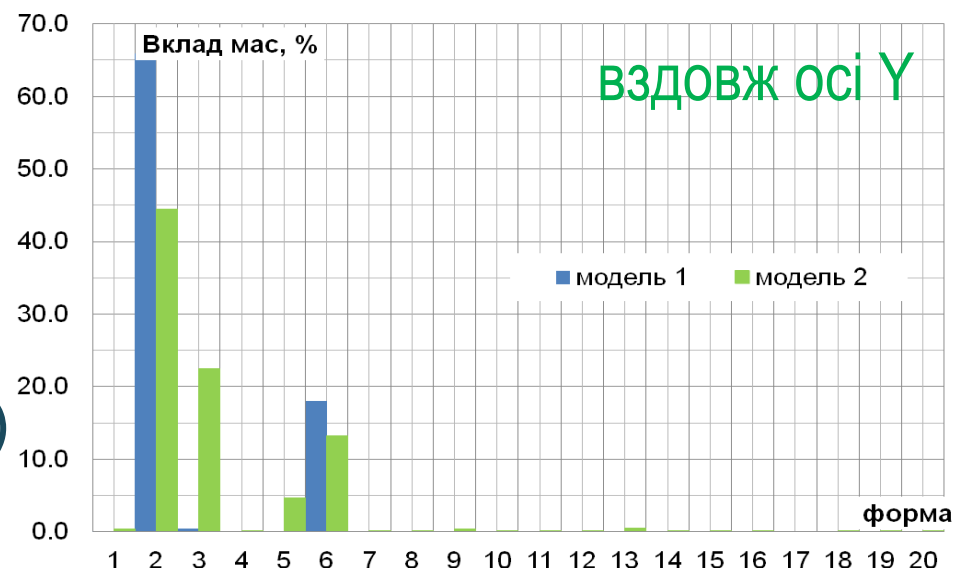
а)



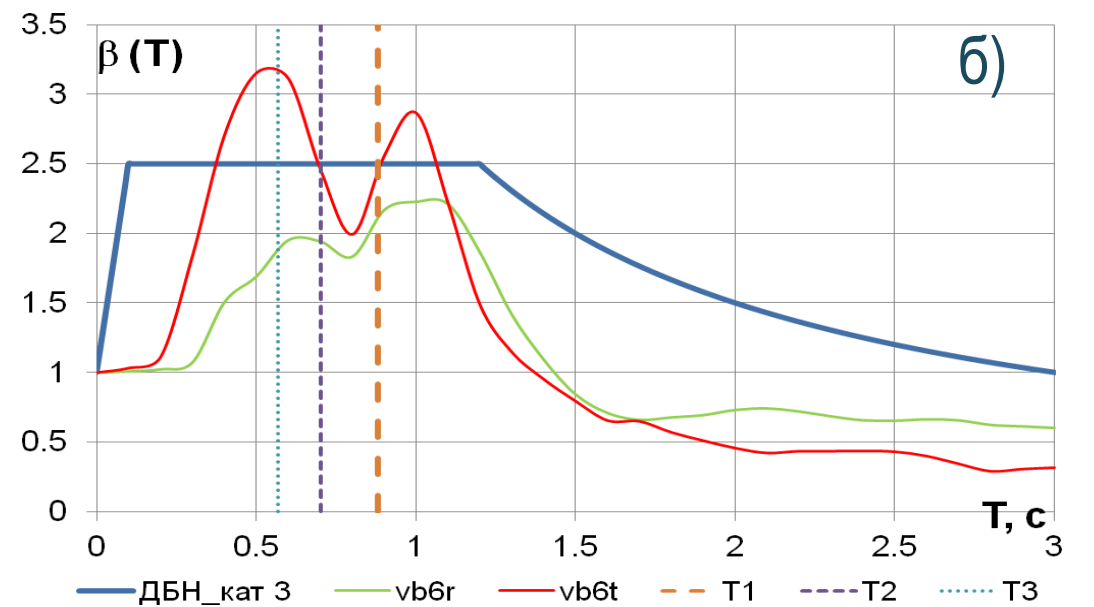
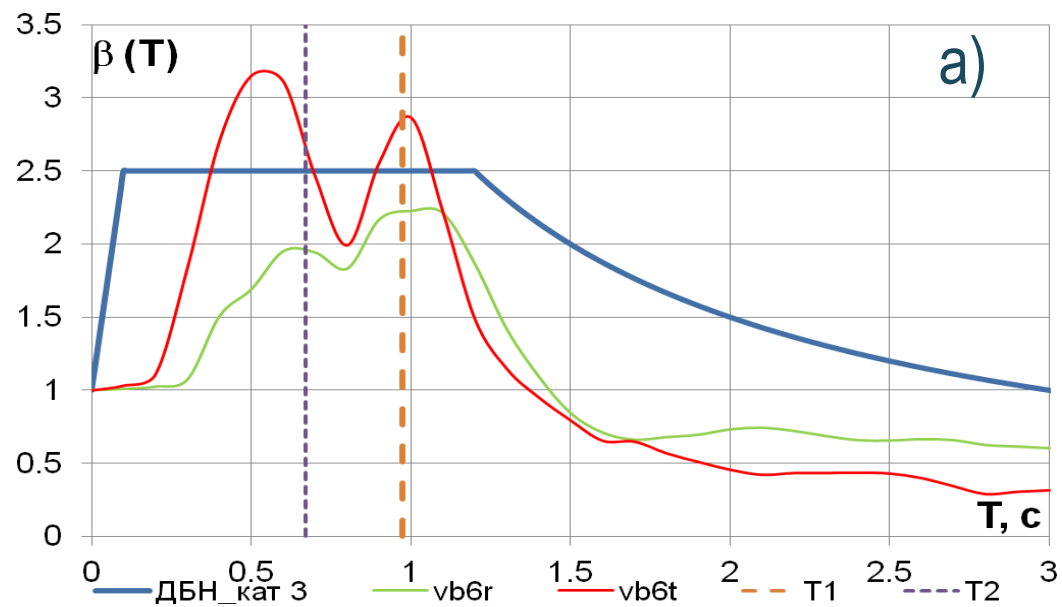
б)



в)



Порівняння динамічних характеристик
а – частот, б, в – модальних мас

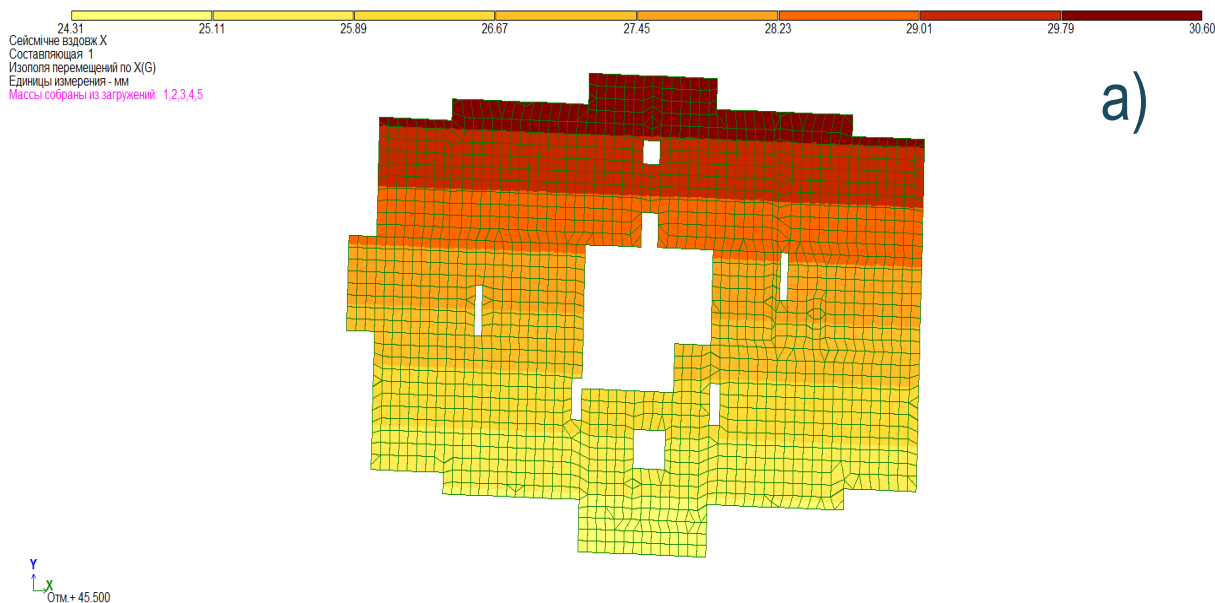


Порівняння спектрів сейсмічної реакції акселерограм vb6, нормативного спектру реакції ДБН та значень періодів коливань :

а - моделі 1;

б – моделі 2

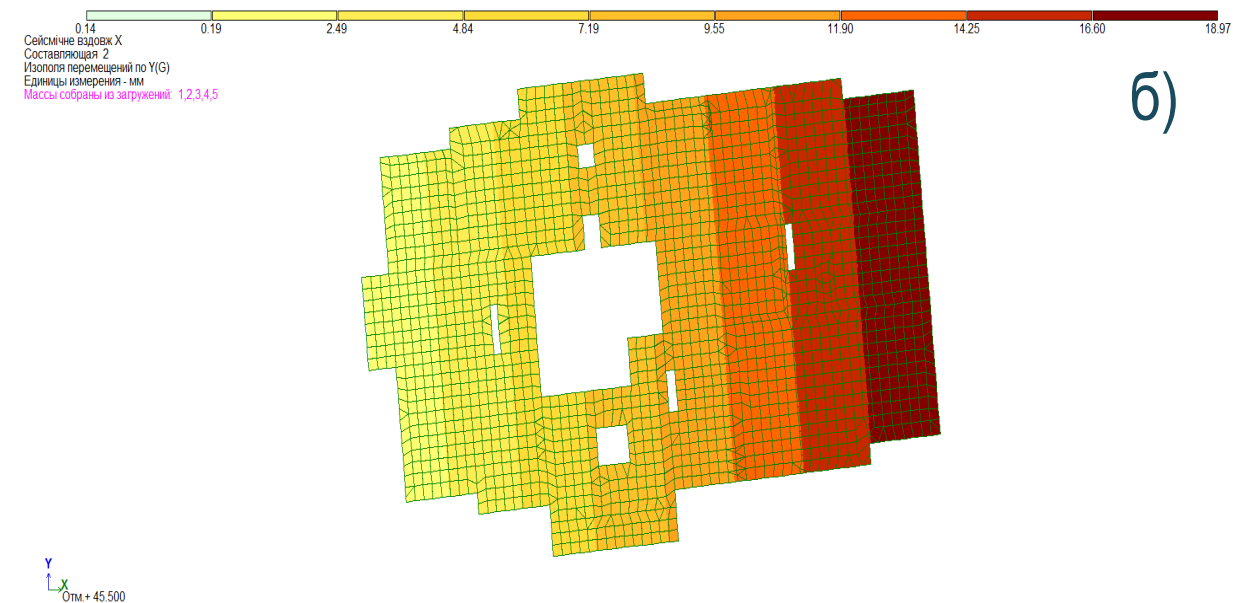
ПЕРЕВІРКА КРИТЕРІЇВ РЕГУЛЯРНОСТІ



а)

$\delta_{\max}/\delta_{\text{ave}} = 33,9/30,5 = 1,11$ та $14,8/13,4=1,1$
за першою та другою формами відповідно.

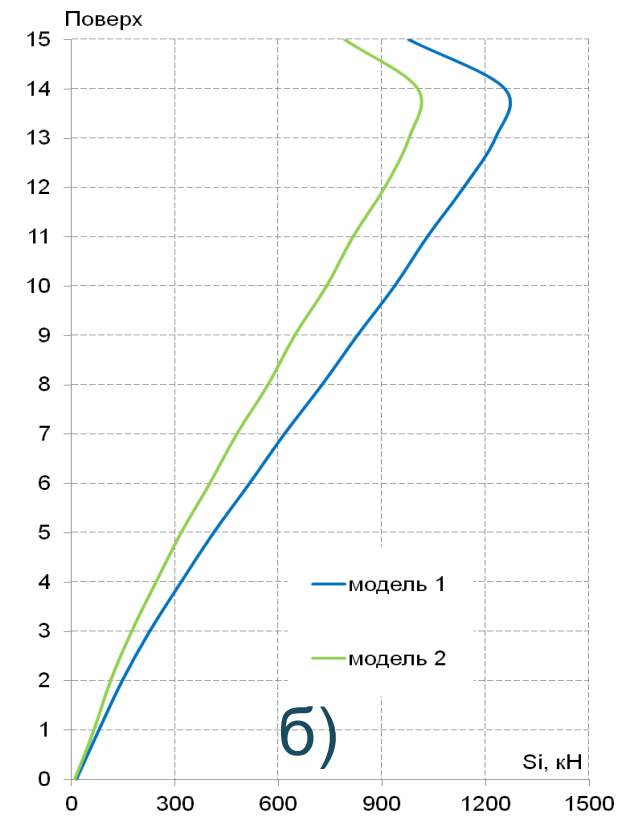
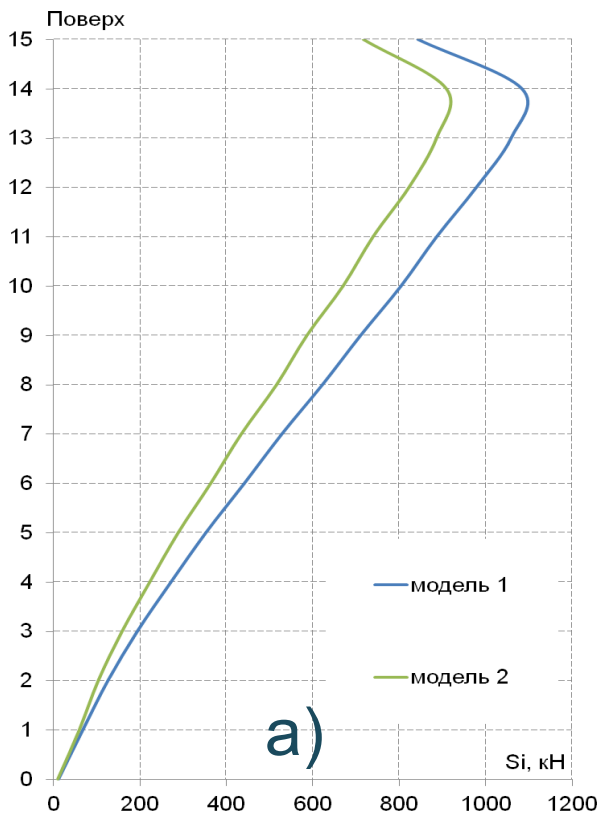
1,11 < 1,2 - Умовно регулярна



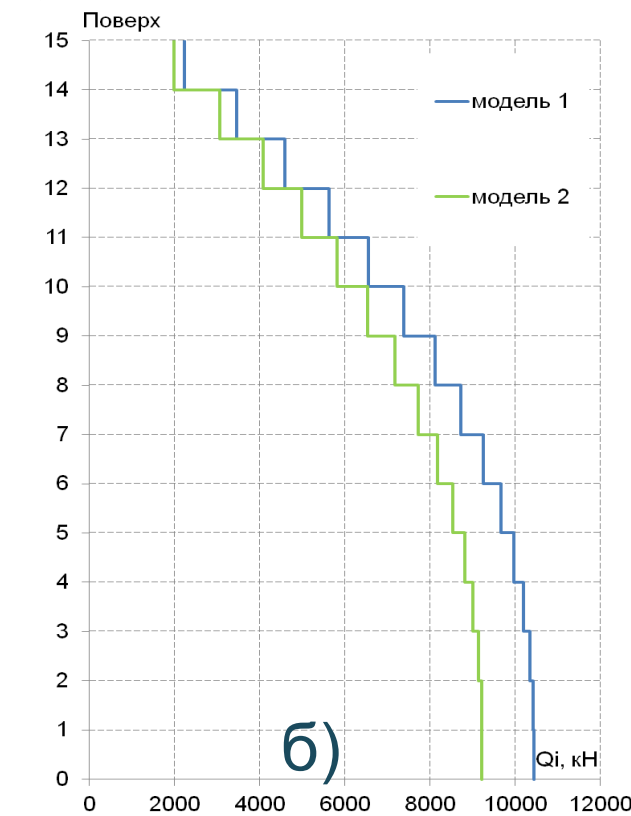
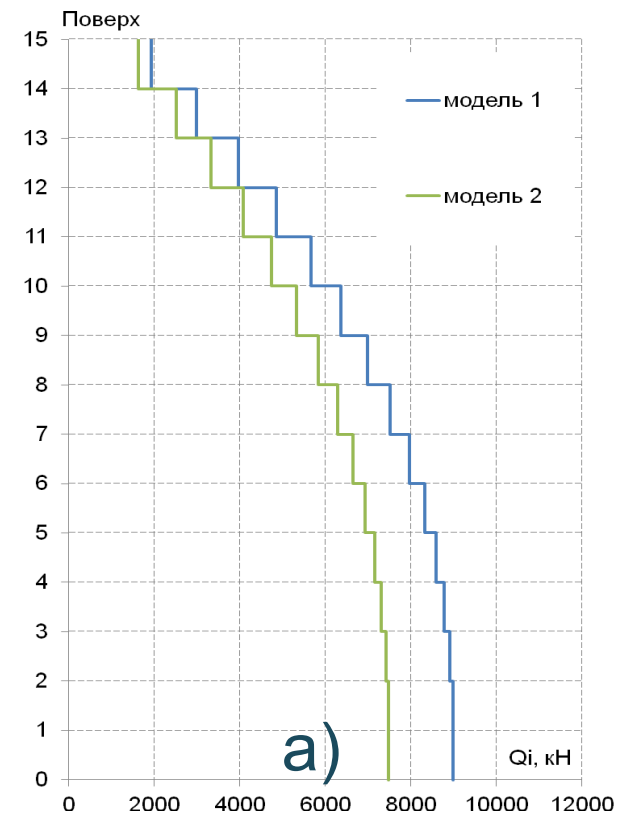
б)

$\delta_{\max}/\delta_{\text{ave}} = 19,56/9,83= 1,99$ та $8,89/5,64=1,58$
за другою та третьою формами відповідно.

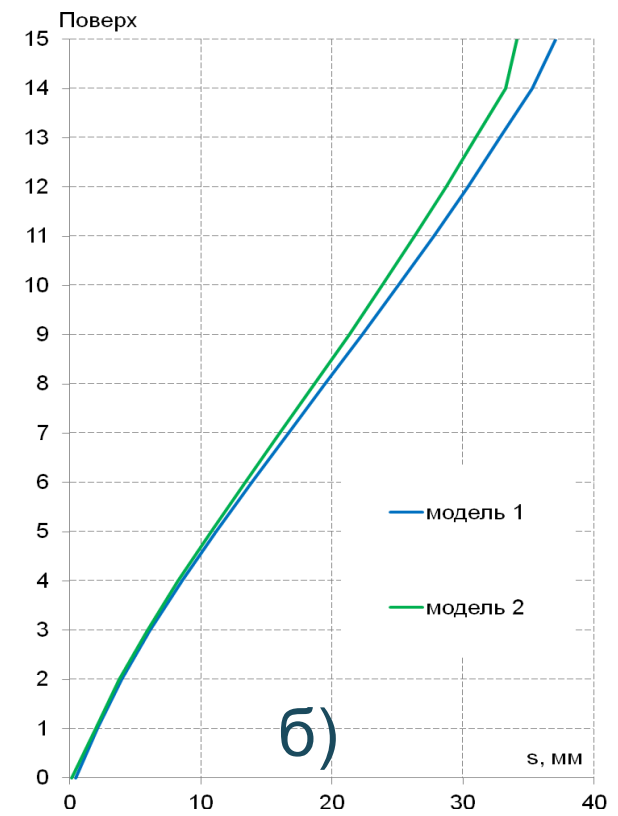
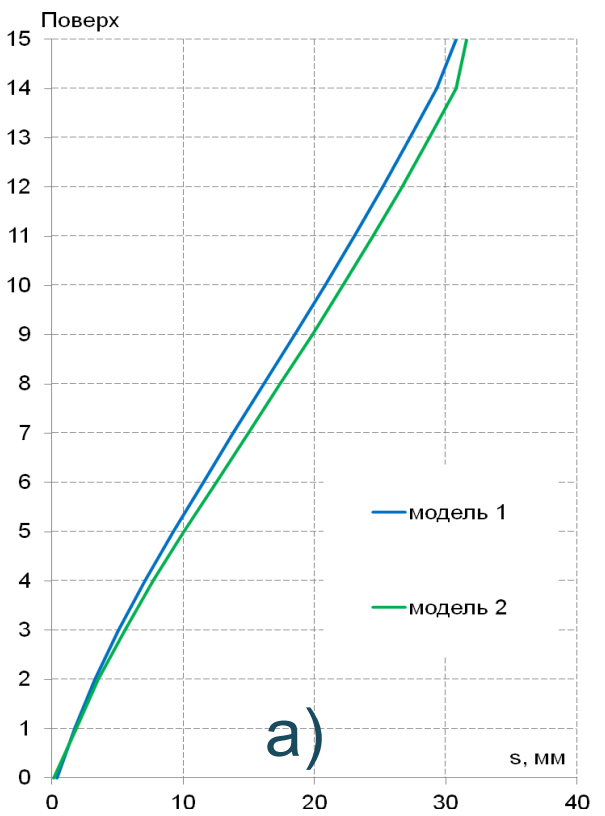
1,58 > 1,2 - Суттєво нерегулярна



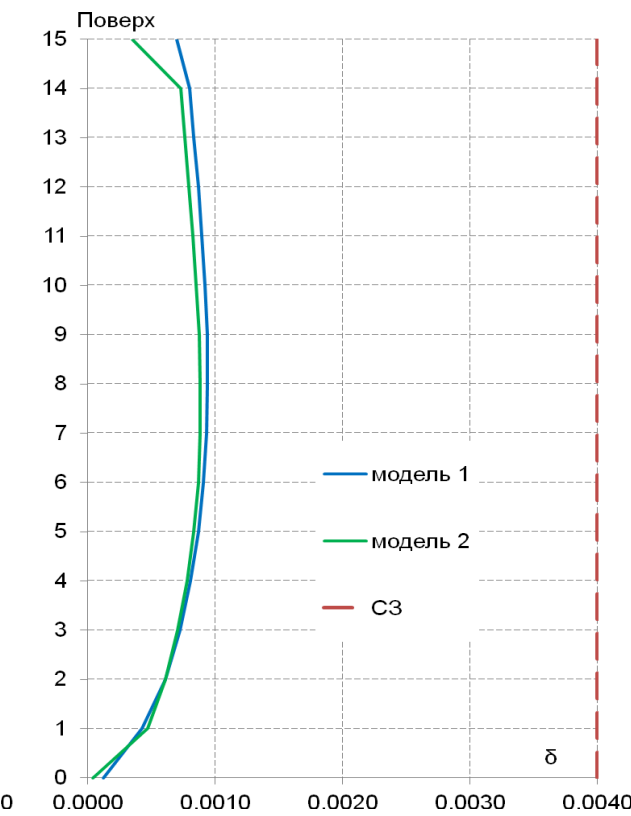
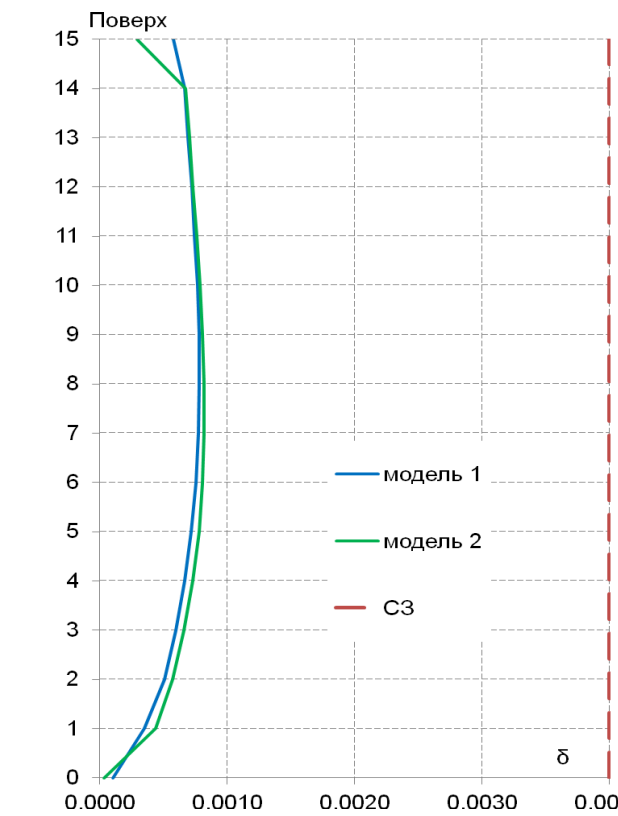
Розподіл інерційних сил за висотою будівлі:
а – спектральний; б – акселерограма



Розподіл поперечних сил за висотою будівлі:
а – спектральний; б – акселерограма



Горизонтальні переміщення в рівні поверхів:
а – спектральний; б – акселерограма



Перекося поверхів будівлі:
а – спектральний; б – акселерограма

Порівняння результатів розрахунку

Конструктивний елемент	Показник	Модель будівлі		
		1	2	
Динамічні характеристики				
Будівля загалом	Періоди коливань, T_i , с	1 форма	0.974	0.882
		2 форма	0.672	0.701
		3 форма	0.629	0.567
Будівля загалом	Модальні маси, %	1 форма	66.21	65.72
		2 форма	65.91	44.44
		3 форма	1.33	22.48
Деформації				
Будівля загалом	Горизонтальне переміщення верху, мм	37,06	34,12	
Поверхи	Перекіс поверху [0.004]	0,0094	0,0088	
Зусилля				
Діафрагми	M_x , кН/м ²	3714,00	6234,07	
	M_y , кН/м ²	12317,64	11000,93	
Колони	N , кН	128,92	76,08	
	Q , кН	37,64	34,41	
	M_x , кН·м	52,98	50,55	
Перекриття	M_x , кН/м ²	49,87	33,17	
	M_y , кН/м ²	31,98	33,20	
Розрахункове армування				
Діафрагми 40 см	% армування	0,37	1,19	
Діафрагми 30 см		1,99	1,77	
Діафрагми 25 см		0,58	0,48	
Стіни 40 см		0,85	1,48	
Колони 40x40 см		0,46	0,48	
Колони 30x40 см		0,93	0,93	
Перекриття		1,16	0,73	

Примітки. 1. Для модальних мас наведені максимальні значення, які досягаються при сейсмічних впливах за різними напрямками.
2. В таблиці наведені сумарні значення горизонтальних переміщень, перекосів поверхів та зусиль в елементах, визначені відповідно до положень ДБН [6] за правилом корінь квадратний із суми квадратів відповідних величин за окремими формами та напрямками.

Висновки за результатами досліджень

В роботі виконано аналіз сейсмічної небезпеки території України, розглянуто основні принципи проектування сейсмостійких будівель і споруд відповідно до вимог нормативних документів України ДБН В.1.1-12: 2014 “Будівництво у сейсмічних районах України” та гармонізованих Європейських норм ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 (Єврокод 8).

На основі аналізу вітчизняних та закордонних нормативних документів, результатів досліджень останніх років встановлено існуючі критерії перевірки регулярності конструктивних схем будівель та параметри, за якими порівнюють динамічні реакції будівель і споруд, які піддані крутильним коливанням при інтенсивних сейсмічних впливах.

З використанням ПК «ЛИРА САПР» розроблено просторові розрахункові моделі та виконано чисельні дослідження 14-ти поверхової залізобетонної житлової будівлі із симетричним та несиметричним розміщенням несучих конструкцій в плані.

За результатами чисельних досліджень отримано параметри динамічної реакції та напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій двох моделей - із симетричним (модель 1) та несиметричним (модель 2) розміщенням несучих конструкцій в плані.

Порівняння розрахункових параметрів, отриманих для моделей 1 та 2, дозволило оцінити вплив симетричного та несиметричного розміщенням жорсткостей у плані на сейсмічну реакцію будівель та характеристики окремих несучих конструкцій.

За результатами досліджень з урахуванням економічних факторів конструктивна схема будівлі із симетричним розміщенням несучих конструкцій в плані (модель 1) є більш прийнятною для проектування в умовах сейсмічності майданчика 7 балів.