

РАСЧЕТ ЗДАНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПО СНИП II-7-81* И ДБН В.1.1-12-2006 С УЧЕТОМ УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ

Дорофеев В.С., Егупов К.В., Мурашко А.В., Арсирый А.Н.
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса)

В статье приводятся результаты расчета на сейсмические воздействия здания гостиничного комплекса с учетом упругого основания. Исследуются влияние требований ДБН В.1.1-12-2006 и учет совместной работы здания с основанием на напряженно-деформированное состояние расчетной схемы.

Предметом исследования является влияние сейсмических воздействий на напряженно-деформированное состояние несущих элементов зданий.

Объект исследования – пятиэтажное здание гостиничного комплекса сложной формы в плане.

Существующая нормативная методика расчета и проектирования зданий в сейсмических районах, основанная на одномерных консольных расчетных схемах, не позволяет решить важные вопросы связанные с пространственной работой здания. Исследовать эти вопросы можно на основе новых расчетных схем, в которых здание рассматривается как пространственная система с перекрытиями, деформирующимися и поворачивающимися в своей плоскости.

В рамках сотрудничества с архитектором В.Г.Финько были осуществлены расчеты разработанного им проекта гостиничного комплекса в городе Севастополе. Современное здание обладает нестандартными архитектурными решениями, что обуславливает усложнение анализа поведения пространственной модели.

Конструктивная система здания представляет собой безригельный железобетонный каркас с вертикальными диафрагмами. Расположение колонн во внутренней части и диафрагм (пилонов) по периметру определяют свободную планировку. По торцам здания расположены ядра жесткости, представляющие собой шахты лестничных клеток и лифтов. Подземная часть здания формируется железобетонными монолитными стенами. Фундаменты – ленточные таврового сечения. Железо-

бетонные перекрытия объединяют все несущие элементы в единую пространственную систему и распределяют нагрузку между несущими колоннами и диафрагмами.

Разработана пространственная пластинчато-стержневая модель здания (перекрытия и диафрагмы моделировались 4-х узловыми конечными элементами) со сплошным по длине здания перекрытием. Было выполнено четыре варианта расчетов.

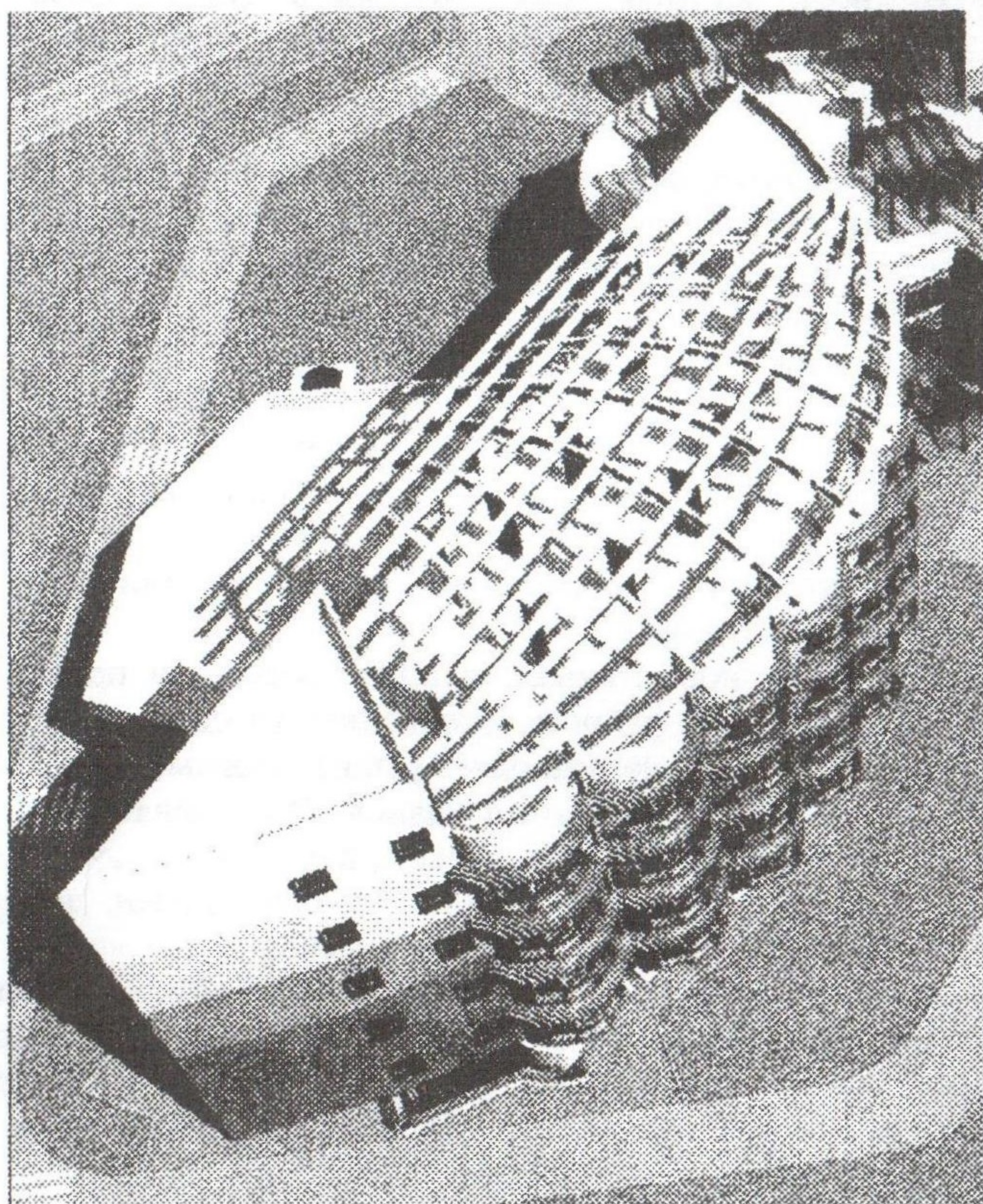


Рис. 1 – Общий вид рассчитываемого здания

Здание рассчитывалось на действие как статических (собственный вес, полезная нагрузка, боковое давление грунта, ветровое воздействие) так и динамических (сейсмических воздействий) в программных комплексах Lira и SCAD с использованием коэффициентов действующей

щих норм расчета СНиП II-7-81 и проекта ДБН В.1.1-12-2006 "Строительство в сейсмических районах Украины".

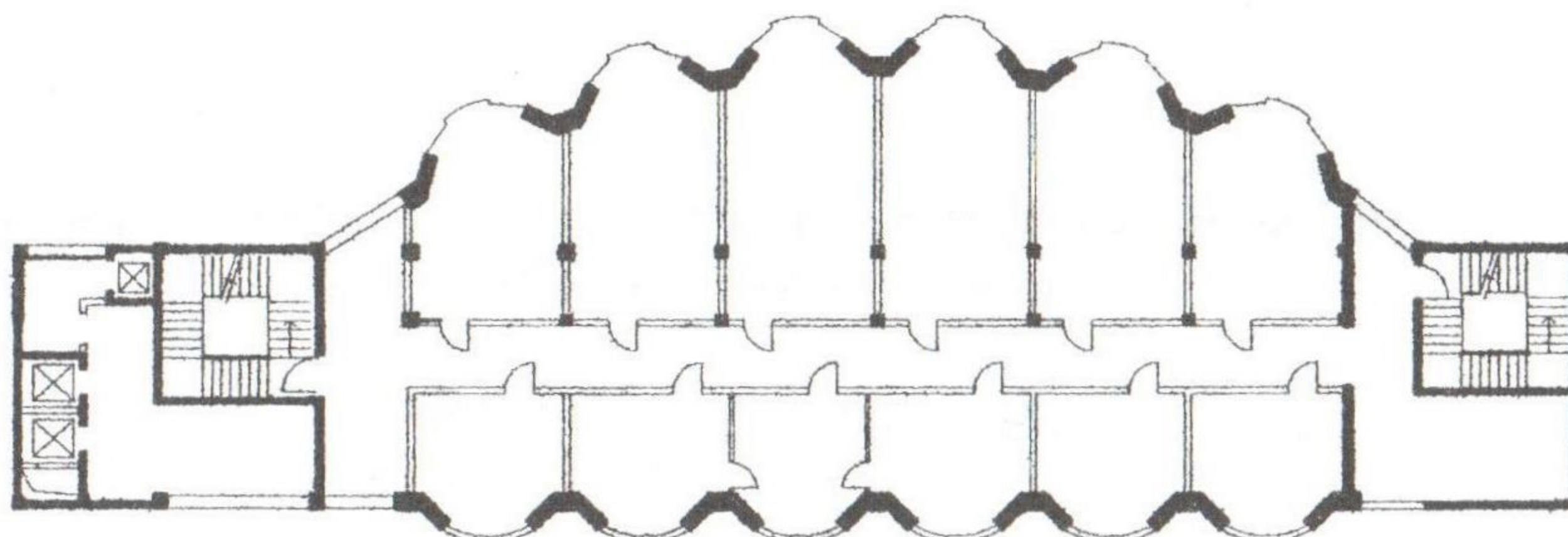


Рис. 2 – План типового этажа с расположением вертикальных несущих элементов

Расчет на сейсмические воздействия производился по спектральному методу, учитывалось 9 форм собственных колебаний (в статье приведены результаты для трех первых форм), интенсивность принята 8 баллов. Коэффициенты упругого основания приняты по результатам инженерно-геологических изысканий.

Таблица 1

Коэффициенты динамичности и периоды собственных колебаний расчетных схем

Характеристика	№ формы собственных колебаний	Жесткое основание		Упругое основание	
		СНиП II-7-81	ДБН В.1.1-12-2006	СНиП II-7-81	ДБН В.1.1-12-2006
β	1	1.804	2.500	1.159	1.889
	2	2.066	2.500	1.502	2.246
	3	2.200	2.500	1.711	2.450
Период, с	1	0.388		0.604	
	2	0.3388		0.466	
	3	0.233		0.409	

Учет упругого основания приводит к значительному увеличению периода собственных колебаний (до 75%), что в свою очередь влечет

за собой уменьшение β . Изменение формы колебаний при этом незначительно. Ужесточение требований ДБН В.1.1-12-2006 приводит к увеличению коэффициента динамичности.

Таблица 2

Соотношение сейсмических сил, определенных для трех форм колебаний по СНиП и ДБН

ДБН		СНиП	
k_1	0.3	k_1	0.25
k_2	1	k_2	1
k_3	1	K_w	1
$k_{тр}$	1.2	A	0.2
a_0	0.2		
<i>Жесткое основание</i>			
$S_{1кДБН}/S_{1кСНиП}$		2.00	
$S_{2кДБН}/S_{2кСНиП}$		1.74	
$S_{3кДБН}/S_{3кСНиП}$		1.64	
<i>Упругое основание</i>			
$S_{1кДБН}/S_{1кСНиП}$		2.35	
$S_{2кДБН}/S_{2кСНиП}$		2.15	
$S_{3кДБН}/S_{3кСНиП}$		2.06	

где k_1 - коэффициент, учитывающий неупругие деформации и локальные повреждения элементов здания; k_2 - коэффициент ответственности сооружений; k_3 - коэффициент, учитывающий этажность здания; a_0 - относительное ускорение грунта (то же самое, что и коэффициент A в СНиП); $k_{тр}$ - коэффициент, учитывающий нелинейное деформирование грунтов по ДБН В.1.1-12-2006;

k_1 - коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий; k_2 - коэффициент, учитывающий конструктивные решения зданий; A - коэффициент, зависящий от расчетной сейсмичности площадки строительства; K_w коэффициент, учитывающий конструктивные решения зданий по СНиП II-7-81

Таким образом учет требований ДБН В.1.1-12-2006 приводит к значительному увеличению сейсмических сил как за счет коэффициента динамичности, так и других корректирующих коэффициентов

Применение требований ДБН В.1.1-12-2006 влечет за собой существенное увеличение армирования конструктивных элементов, о чем свидетельствуют приведенные ниже результаты.

Таблица 3

Сравнение армирования конструктивных элементов расчетных схем по SCAD

Конструктивный элемент	Наименование арматуры	Результаты армирования схемы				Результаты сравнения	
		жестко защем- ленной		на упругом основании		$\varepsilon = \frac{(4)-(3)}{(4)} 100\%$	$\varepsilon = \frac{(6)-(5)}{(6)} 100\%$
		СНиП II-7-81	ДБН В.1.1-12-2006	СНиП II-7-81	ДБН В.1.1-12-2006		
1	2	3	4	5	6	7	8
Диафрагмы	AS1, см/мп.	9.56	21.08	10.93	25.11	54.65	56.47
	AS3, см/мп.	6.68	14.4	6.36	12.36	53.61	48.54
Колонны	μ, %	0.84	1.29	0.84	1.63	34.88	48.47
Перекрытия	AS2, см/мп.	8.1	11.27	9.02	10.98	28.13	17.85
	AS4, см/мп.	9.78	9.78	8.88	9.11	0.00	2.52

Сравнение армирования конструктивных элементов
расчетных схем по LIRA

Конструктивный элемент	Наименование арматуры	Результаты армирования схемы				Результаты сравнения	
		жестко защем- ленной		на упругом основании		$\varepsilon = \frac{(4)-(3)}{(4)} 100\%$	$\varepsilon = \frac{(6)-(5)}{(6)} 100\%$
		СНиП II-7-81	ДБН В.1.1-12-2006	СНиП II-7-81	ДБН В.1.1-12-2006		
1	2	3	4	5	6	7	8
Диафрагмы	AS1, см/мп.	16.13	25.06	15.19	23.78	35.63	36.12
	AS3, см/мп.	9.46	12.91	8.35	14.66	26,72	43.04
Колонны	ц, %	0.89	1.09	0.57	1.17	18.35	51.28
Перекрытия	AS2, см/мп.	11.65	11.98	10.91	13.63	2.75	19.96
	AS4, см/мп.	11.83	13.76	10.48	13.92	14.03	24.71

Приведенные на рис.3 формы колебаний плит перекрытий свидетельствуют о различном характере их деформирования: в схеме не учитывающей работу основания присутствуют значительные деформации перекрытия в собственной плоскости, при учете совместной работы здания с основанием эти деформации менее существенны.

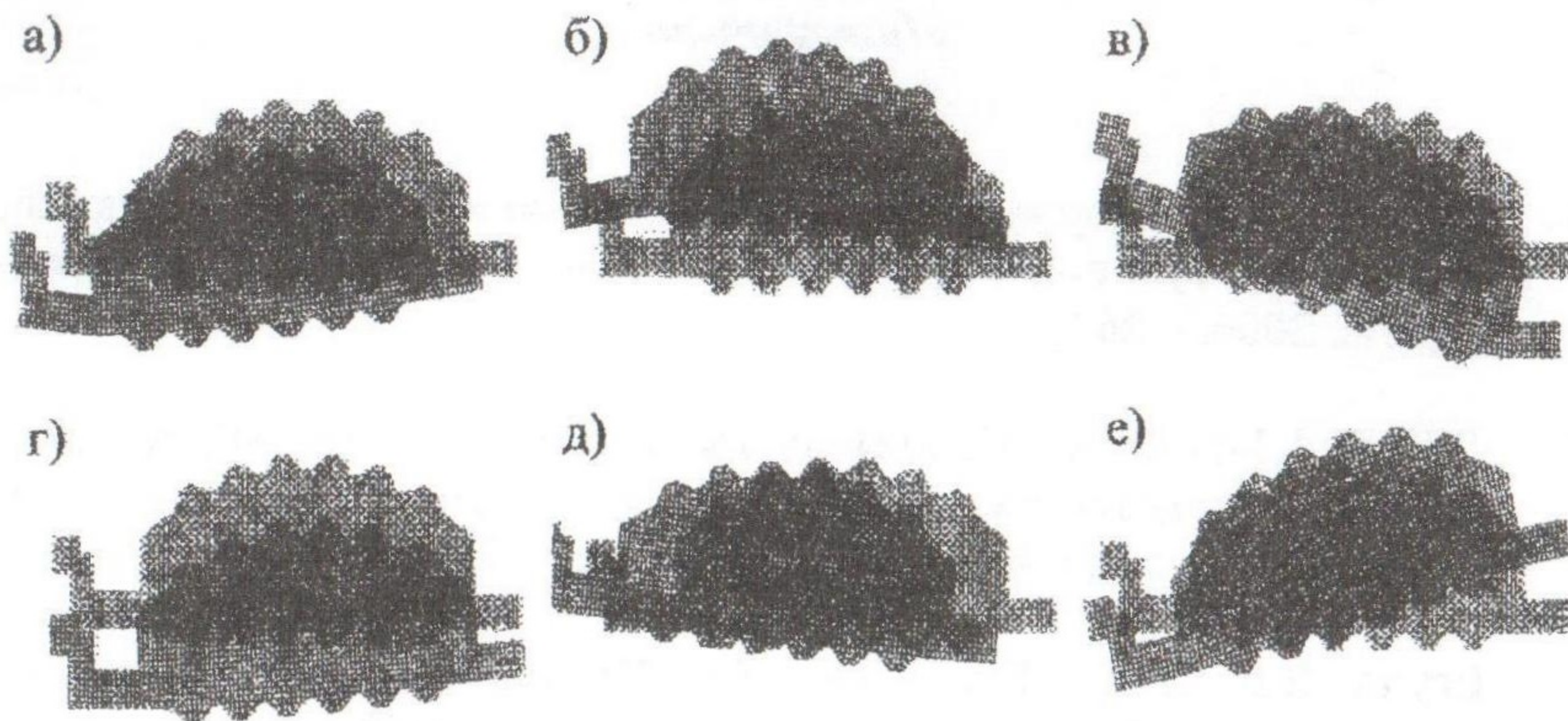


Рис. 3 – 1-я, 2-я и 3-я формы собственных колебаний плит перекрытий а), б), в) для схемы на жестком основании, г), д), е) на упругом основании

Выводы

1. Использование пространственных расчетных моделей позволяет получить более достоверную картину распределения усилий между элементами конструкций.
2. Проведенные расчеты показали, что применение новых норм приводит к увеличению армирования конструктивных элементов (в отдельных случаях до 50%).
3. Расчет здания с учетом упругого основания приводит к уменьшению сейсмических сил, при этом изменяется и характер распределения внутренних усилий.

Литература

1. Гришин В.А., Дорофеев В.С. Нелинейные модели конструкций, взаимодействующих с грунтовой средой. – Одесса: Внешреклам-сервис, 2006. – 242с.
2. ДБН В.1.1-12-2006 "Строительство в сейсмических районах Украины". Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины. – Киев, 2006. – 96с.
3. Егупов В.К., Егупов К.В., Лукаш Э.П. Практические методы расчета зданий на сейсмостойкость. – Киев: Будивельник, 1982. – 232с.
4. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. Вычислительный комплекс SCAD: – М.: Издательство АСВ, 2004. – 592с.
5. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Госстрой СССР. – М.: АПП ЦИТП, 1991. – 50с.
6. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 36 с.
7. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций «Лира-Windows», версия 9.2. Справочно-теоретическое пособие. Под ред. академика АИН Украины А.С. Городецкого К.: НИИ АСС, "Факт", 2003 – 464 с.
8. Yegupov V.K., Yegupov K.V., Starodub V.I. Taking into account three-dimensional deformations of buildings in normsetting calculations. Ninth European conference on earthquake engineering, Moscow 1990, vol. 7-a pp. 44-51