

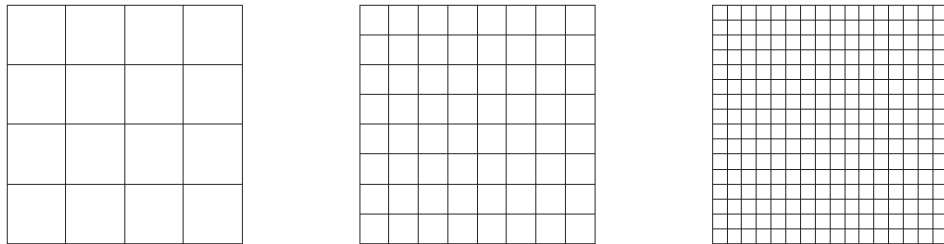
### Тест 8.3а Проверка сходимости КЭ изгибаемой плиты для квадратной области

**Цель:** Проверить сходимость перемещений квадратной изгибаемой плиты при различных вариантах сетки КЭ.

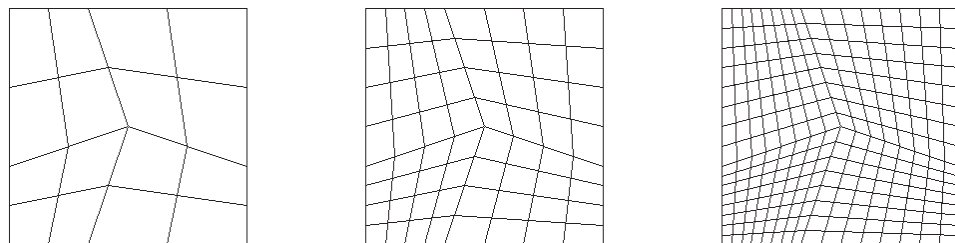
**Формулировка задачи:** Определить вертикальные перемещения в центре плиты при различных параметрах сетки КЭ.

**Описание расчетной схемы:** Рассматривается квадратная шарнирно опертая и защемленная по контуру изгибаемая плита, нагруженная:

- сосредоточенной нагрузкой в центре;
- равномерно-распределенной нагрузкой по площади.



а) Регулярная сетка 4x4, 8x8, 16x16



б) Нерегулярная сетка 4x4, 8x8, 16x16

**Аналитическое решение:** K.Mallikarjuna, U.Shrinivasa *A set of pathological tests to validate new finite elements. Sadhana*, Vol. 26, Part 6, dezember 2001, P.549-589.

**Геометрия:**

$t = 0.01$  м - толщина плиты;

$a = 2$  м - ширина плиты;

$b = 2$  - длина плиты.

**Характеристика материала:**

Модуль упругости  $E = 1.7472 \cdot 10^7$  кПа,

Коэффициент Пуассона  $\nu = 0.3$ .

**Граничные условия:**

Шарнирное опирание по контуру и жесткое защемление по контуру

**Нагрузки:**

Сосредоточенная нагрузка:  $P = 4 \cdot 10^4$  кН.

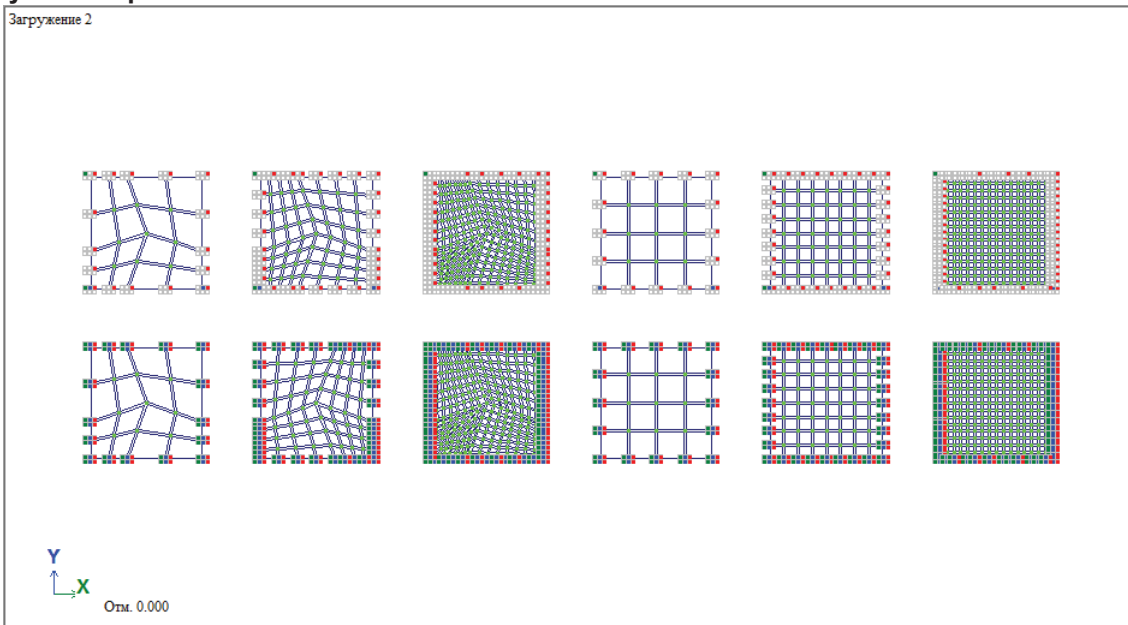
Распределенная нагрузка по площади:  $q = 1 \cdot 10^4$  кН/м<sup>2</sup>.

**Примечание:**

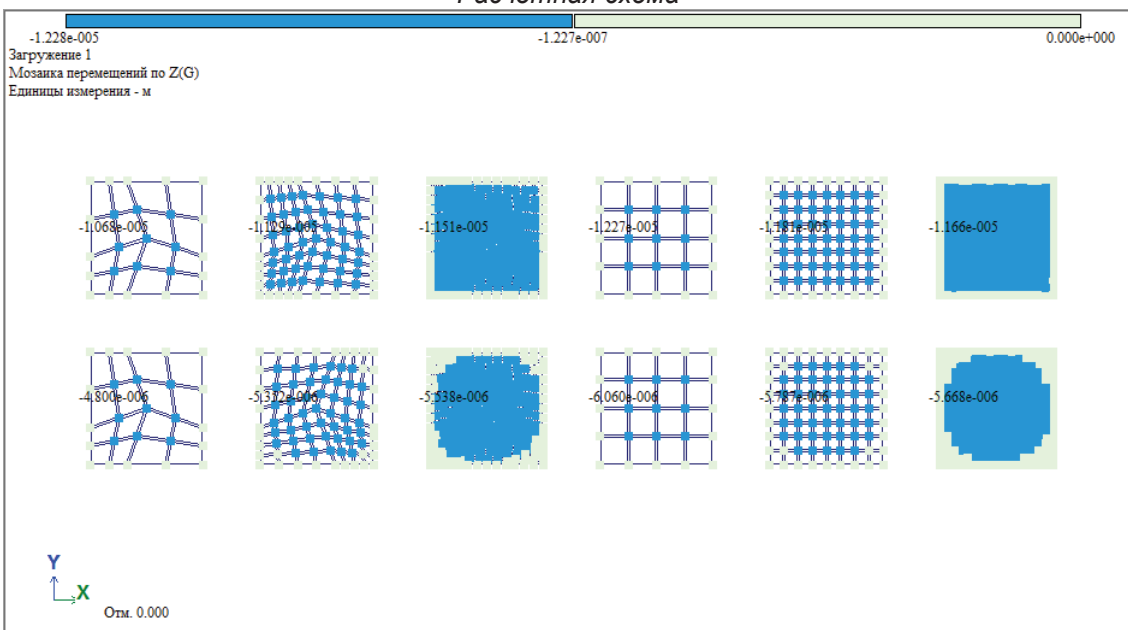
Задача решается в плоской постановке (плоскость XOY – признак схемы 3).

Для построения схемы использованы КЭ 11 - прямоугольный КЭ плиты и КЭ 19 – четырехугольный КЭ плиты.

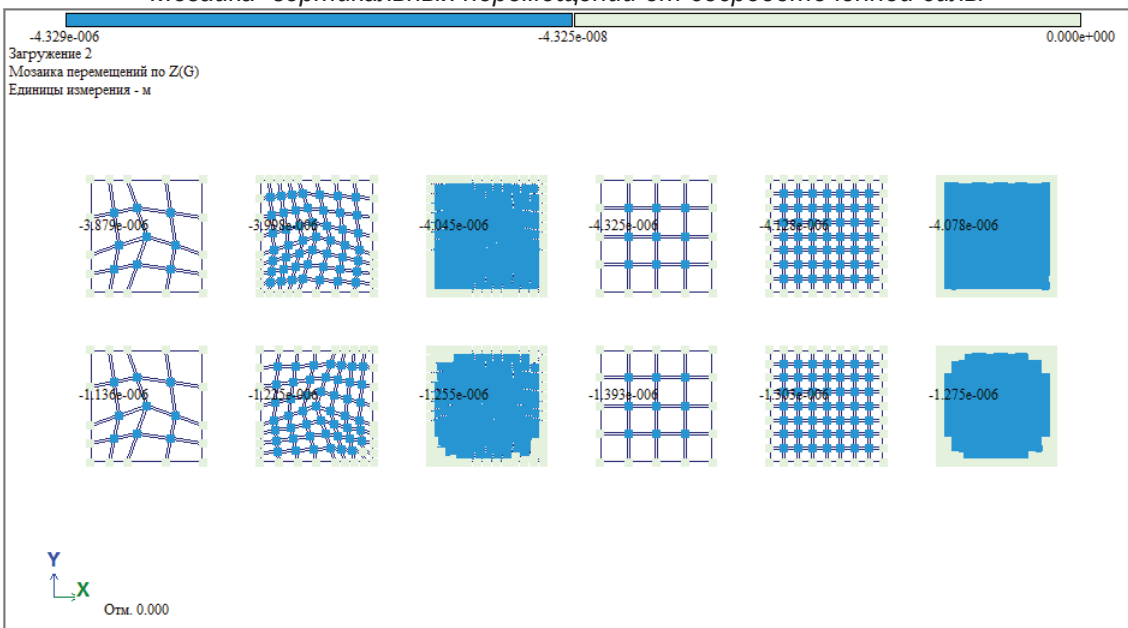
Результаты расчета:



Расчетная схема



Мозаика вертикальных перемещений от сосредоточенной силы



Мозаика вертикальных перемещений от равномерно распределенной нагрузки

**СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА:**

**Численное решение:** сравнение с эталонным решением. В таблицах приводятся значения перемещений  $w$  для различных сеток для сосредоточенной нагрузки и распределенной нагрузки. Там же приведены значения нормализованных перемещений  $\hat{w} = w/w_{\text{эталон}}$ .

**Таблица 1**Сосредоточенная нагрузка,  $b/a = 1$ , шарнирное опирание

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x4	8x8	16x16	4x4	8x8	16x16
$w \times 10^6$ (м)	12.271	11.813	11.664	10.679	11.295	11.512
$w/w_{\text{эталон}}$	1.058	1.018	1.006	0.921	0.974	0.992
Эталон $\times 10^6$ (м)	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60

**Таблица 2**Распределенная нагрузка,  $b/a = 1$ , шарнирное опирание

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x4	8x8	16x16	4x4	8x8	16x16
$w \times 10^6$ (м)	4.325	4.128	4.078	3.879	3.998	4.045
$w/w_{\text{эталон}}$	1.065	1.016	1.004	0.955	0.984	0.996
Эталон $\times 10^6$ (м)	4.062	4.062	4.062	4.062	4.062	4.062

**Таблица 3**Сосредоточенная нагрузка,  $b/a = 1$ , защемление

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x4	8x8	16x16	4x4	8x8	16x16
$w \times 10^6$ (м)	6.060	5.787	5.668	4.800	5.353	5.538
$w/w_{\text{эталон}}$	1.078	1.031	1.001	0.855	0.954	0.987
Эталон $\times 10^6$ (м)	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612	5.612

**Таблица 4**Распределенная нагрузка,  $b/a = 1$ , защемление

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x4	8x8	16x16	4x4	8x8	16x16
$w \times 10^6$ (м)	1.393	1.303	1.275	1.136	1.225	1.255
$w/w_{\text{эталон}}$	1.101	1.030	1.001	0.898	0.968	0.992
Эталон $\times 10^6$ (м)	1.265	1.265	1.265	1.265	1.265	1.265