

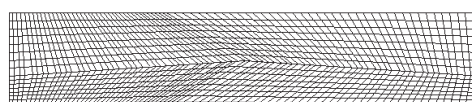
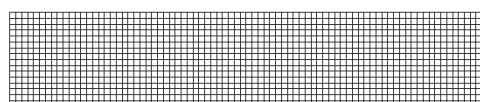
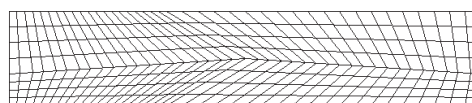
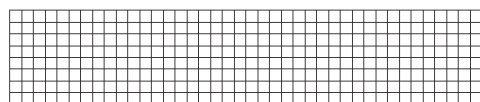
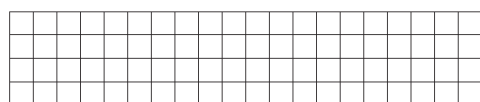
Тест 8.36 Проверка сходимости КЭ изгибаемой плиты для прямоугольной области

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

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

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

- а) сосредоточенной нагрузкой в центре;
- б) равномерно-распределенной нагрузкой по площади.



а) Регулярная сетка
4x20, 8x40, 16x80

б) Нерегулярная сетка
4x20, 8x40, 16x80

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;

$b = 10$ м - 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.

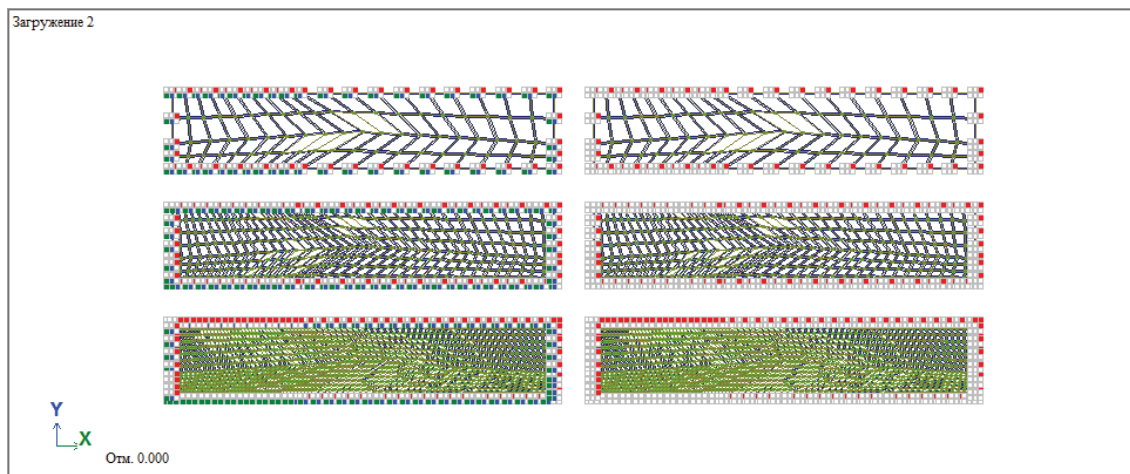
Распределенная нагрузка по площади: $q = 1 \cdot 10^4$ кН/м².

Примечание:

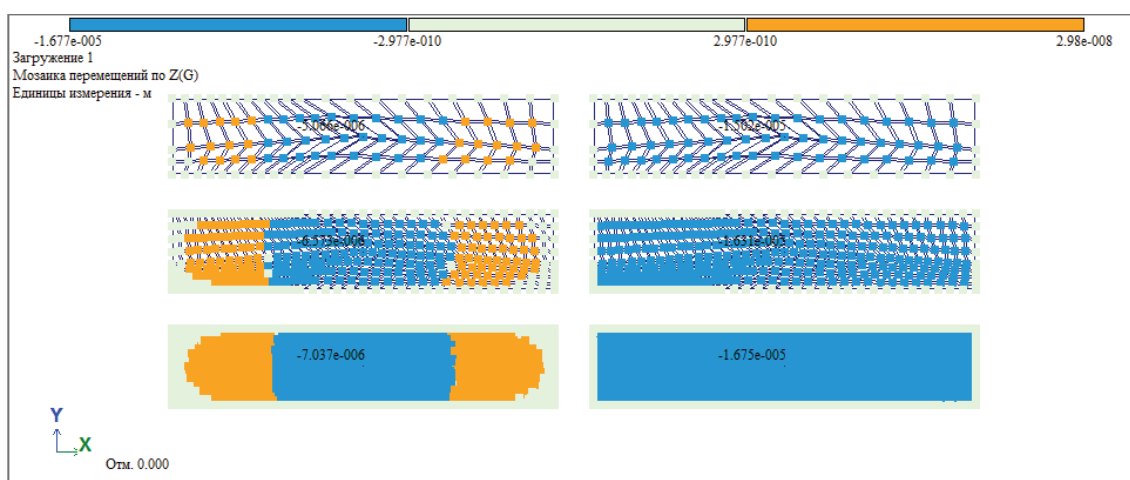
Задача решается в плоской постановке (плоскость XOY – признак схемы 3).

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

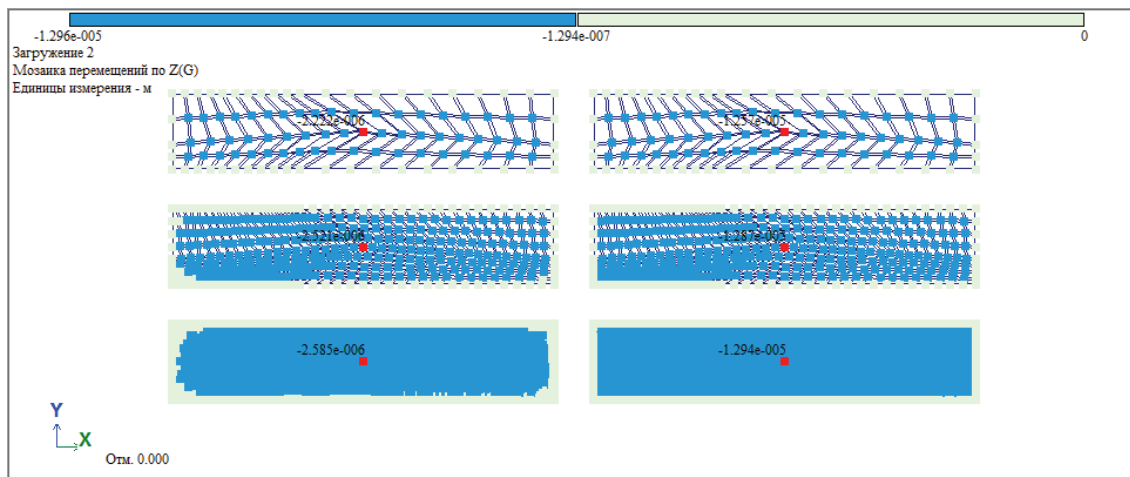
Результаты расчета:



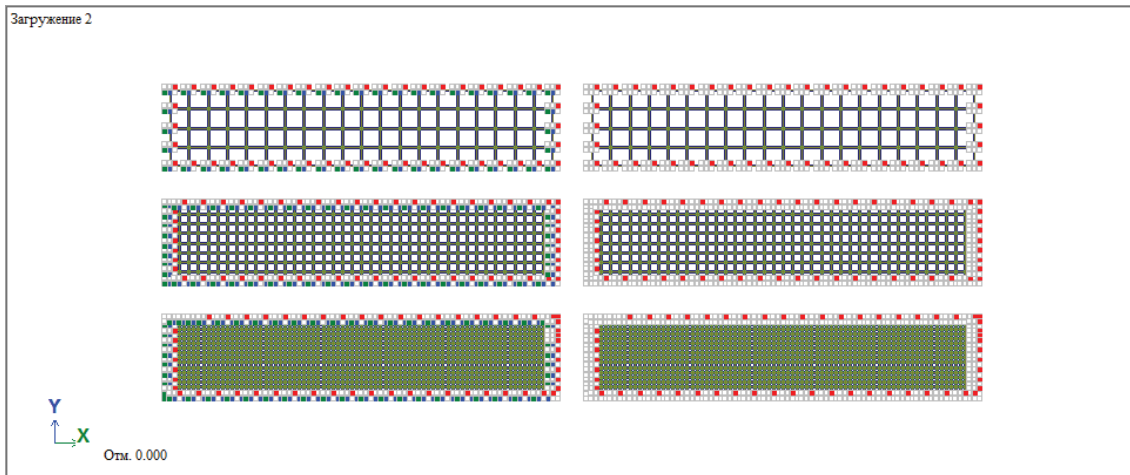
Нерегулярная сеть. Расчетная схема



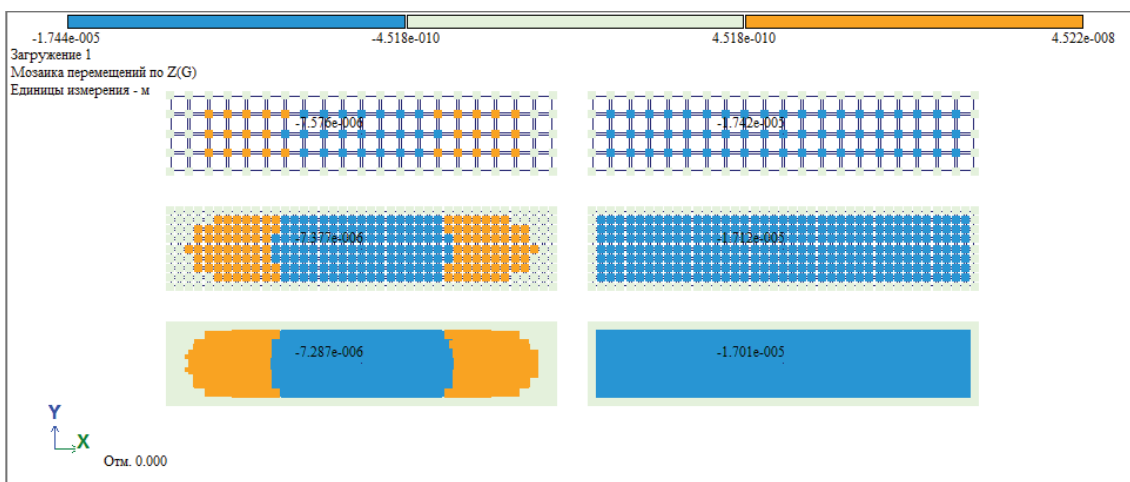
Нерегулярная сеть. Мозаика вертикальных перемещений от сосредоточенной силы



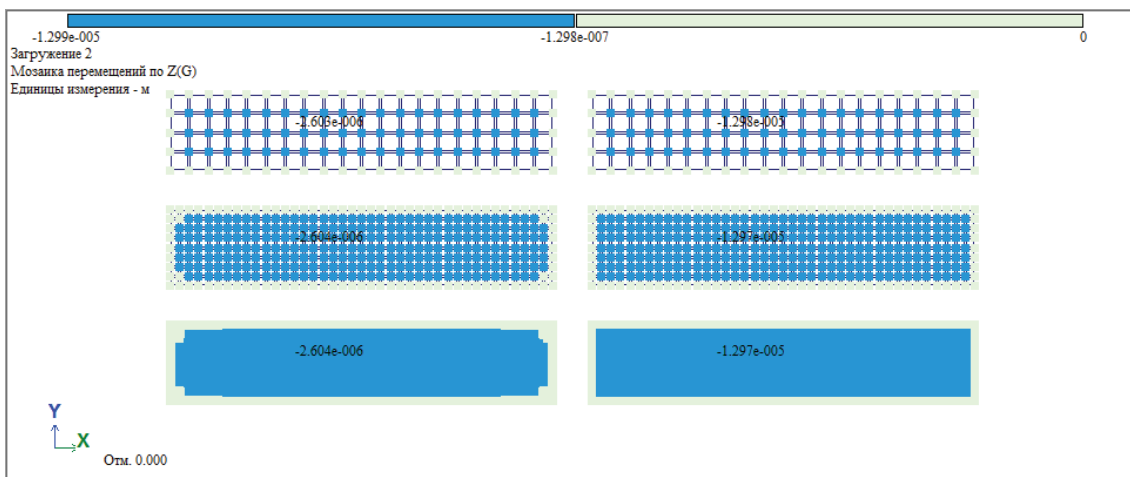
Нерегулярная сеть. Мозаика вертикальных перемещений от равномерно распределенной нагрузки



Регулярная сеть. Расчетная схема



Регулярная сеть. Мозаика вертикальных перемещений от сосредоточенной силы



Регулярная сеть. 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, $b/a = 5$, шарнирное опирание

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x20	8x40	16x80	4x20	8x40	16x80
$w \times 10^6$ (м)	17.418	17.119	17.010	15.018	16.310	16.755
$w/w_{\text{эталон}}$	1.027	1.009	1.003	0.886	0.962	0.988
Эталон $\times 10^6$ (м)	16.96	16.96	16.96	16.96	16.96	16.96

Таблица 2

Распределенная нагрузка, $b/a = 5$, шарнирное опирание

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x20	8x40	16x80	4x20	8x40	16x80
$w \times 10^6$ (м)	12.980	12.971	12.969	12.575	12.872	12.944
$w/w_{\text{эталон}}$	1.001	1.000	1.000	0.970	0.992	0.998
Эталон $\times 10^6$ (м)	12.971	12.971	12.971	12.971	12.971	12.971

Таблица 3

Сосредоточенная нагрузка, $b/a = 5$, защемление

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x20	8x40	16x80	4x20	8x40	16x80
$w \times 10^6$ (м)	7.576	7.377	7.287	5.066	6.573	7.037
$w/w_{\text{эталон}}$	1.047	1.019	1.005	0.700	0.908	0.972
Эталон $\times 10^6$ (м)	7.236	7.236	7.236	7.236	7.236	7.236

Таблица 4

Распределенная нагрузка, $b/a = 5$, защемление

	Регулярная сетка			Нерегулярная сетка		
	4x20	8x40	16x80	4x20	8x40	16x80
$w \times 10^6$ (м)	2.60344	2.60365	2.60370	2.222	2.521	2.585
$w/w_{\text{эталон}}$	0.9994	0.9995	0.99955	0.8530	0.9678	0.9923
Эталон $\times 10^6$ (м)	2.605	2.605	2.605	2.605	2.605	2.605