

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОСАДКИ ЗДАНИЯ В ЛИРА САПР

Досов Ж.Б.

Досов Жалололдин Болтабой угли. магистрант, кафедра строительных конструкций,  
Ташкентский архитектурно строительный университет

**Аннотация:** данная статья посвящена моделированию грунтового основания в Лира-САПР и анализу полученных результатов осадки фундамента на примере 4-этажного сооружения.

В качестве сравниваемых методов моделирования грунта были выбраны: аналитический метод расчета - метод послойного суммирования в соответствии с требованиями нормативной методики КМК 2.02.01-98 «Основания зданий и сооружений», коэффициенты жесткости грунтового основания (коэффициент постели  $C_1$  и  $C_2$ ) и модели грунтового основания, представленные с помощью объемных конечных элементов (ОКЭ) в линейной и нелинейной постановке.

**Ключевые слова:** Лира-САПР, численные расчеты в геотехнике, расчет основания, осадка, нелинейные модели.

Объектом, для выполнения численных расчетов и анализа НДС, выступает 4-х этажное здание с размерами в плане 24,5 x 30,5 м, высотой 15,5 м. Несущий остов (конструктивная схема здания) - монолитный железобетонный каркас. Фундамент - фундаментная плита  $h=0.5$  м. Имеются диафрагмы жесткости в виде лестничных маршей.

В качестве нагрузок было принят собственный вес сооружения и полезная нагрузка в размере  $10 \text{ кН/м}^2$ , приходящая на покрытие и перекрытие сооружения. Среднее давление под подошвой фундамента составило  $P=84.64 \text{ кН/м}^2$ .

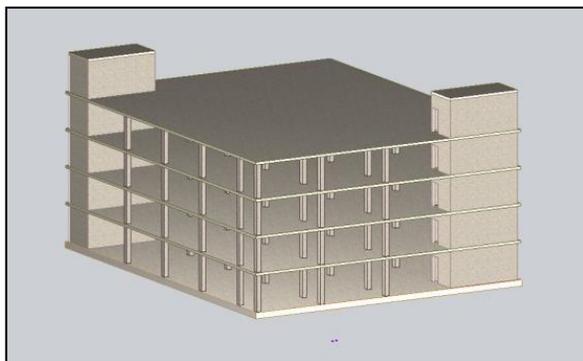


Рис. 1. Общий вид рассчитываемого сооружения

Для упрощения расчета был принят только один ИГЭ со следующими характеристиками, вводимые в расчет  $E=30000 \text{ кН/м}^2$ ,  $\nu=0,3$ ,  $R_0=17,16 \text{ кН/м}^3$ ,  $C=0.980665 \text{ кН/м}^2$ ,  $R_t=17,16 \text{ кН/м}^2$ ,  $\varphi=31^\circ$ . Расстоянии от края фундамента до края массива грунта было принят не менее  $2b$ . Глубина основания была принята 15 м - чуть больше, чем минимальное значение сжимаемой толщины  $H_c$ , полученной при аналитическом расчете, методом послойного суммирования. При аналитическом расчете осадки фундаментной плиты методом послойного суммирования в соответствии с нормативными методиками [1], была определена нижняя граница сжимаемой толщи  $H_c$  и в дальнейшем получено значение средней осадки фундамента. Ниже приведена схема определения значения границ сжимаемой толщи грунтового основания  $H_c$ .

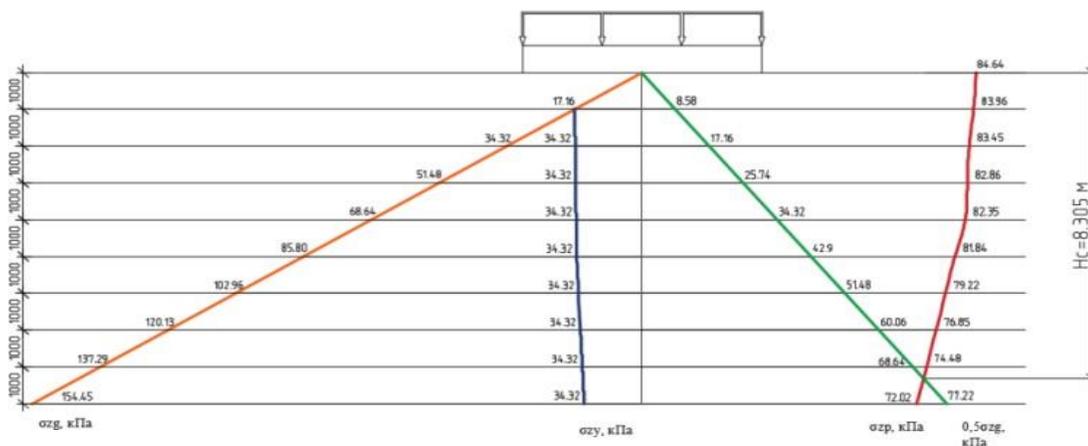


Рис. 2. Схема определения осадки фундамента и границы сжимаемой толщи методом послойного суммирования

Моделирование поведения грунтового основания в Лира-САПР осуществлялось с использованием коэффициентов постели  $C1$  и  $C2$ , а точнее это: модель Пастернака (первый

метод), модель Винклера (второй метод), модифицированная модель Пастернака (третий метод) [2, 4, 5]. Изополю перемещений элементов сооружения приведены ниже.

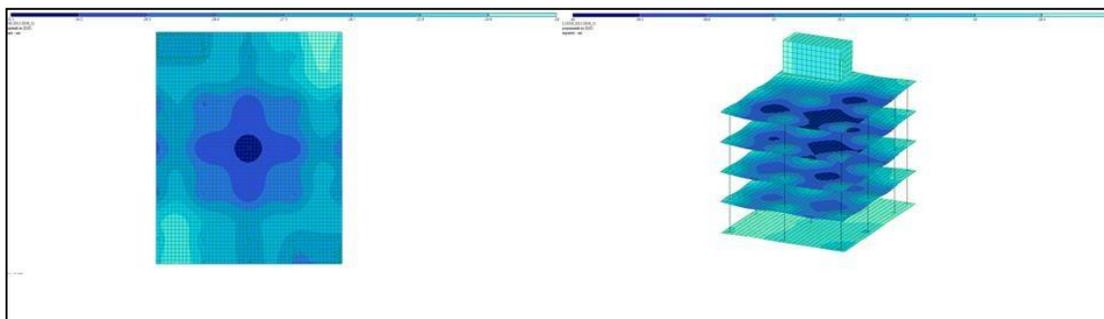


Рис. 3. Схема вертикальных деформаций элементов сооружения (справа) и фундаментной плиты (слева) при использовании модели Пастернака

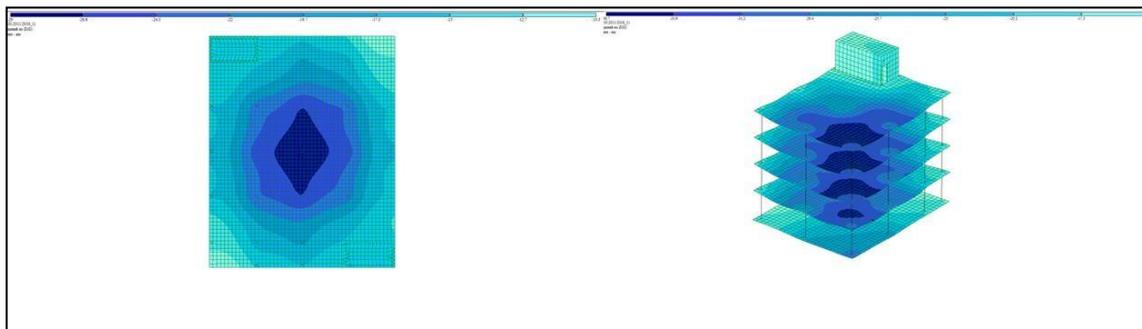


Рис. 4. Схема вертикальных деформаций элементов сооружения (справа) и фундаментной плиты (слева) при

использовании модели Винклера

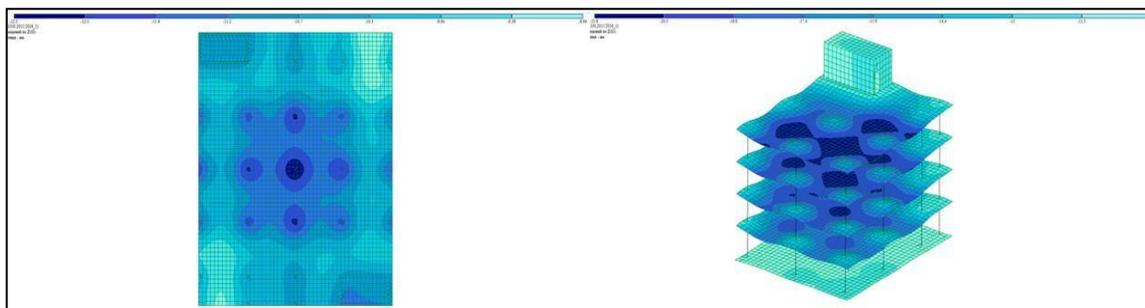


Рис. 5. Схема вертикальных деформаций элементов сооружения (справа) и фундаментной плиты (слева) при использовании модифицированной модели Пастернака

Также были применены объемные конечные элементы теории упругости КЭ 31-34,36 [4,5] в линейной постановке. Для учета нелинейной работы основания, использовались конечные элементы грунта КЭ 271-274, 276 [4,5], в качестве условия прочности было выбрано третье условие прочности - Кулона-Мора. Для моделирования поэтапной и нелинейной нагрузки была применена система «Монтаж». Изополя перемещений элементов сооружения с использованием ОКЭ в нелинейной постановке, приведены ниже.

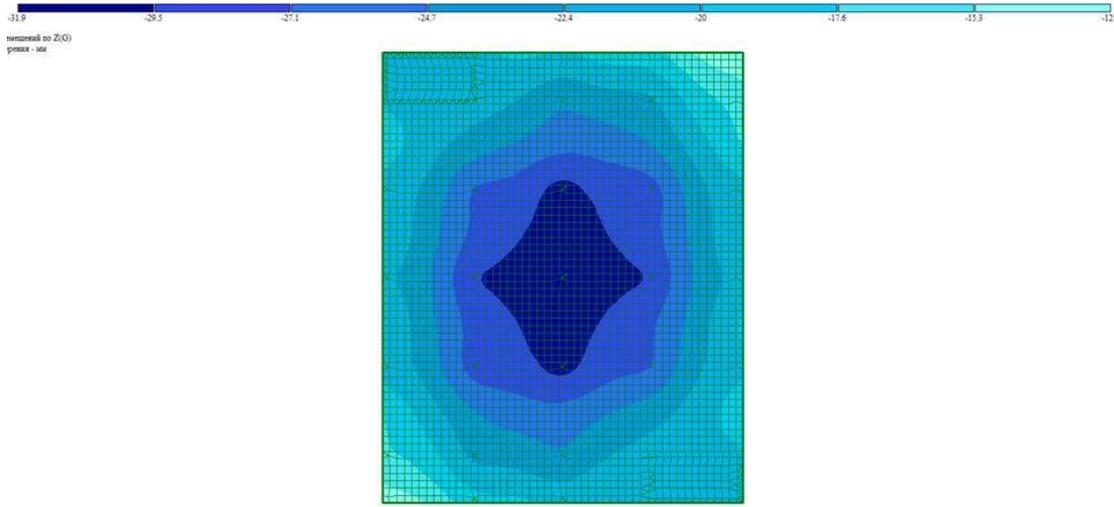


Рис. 6. Схема вертикальных деформаций фундаментной плиты при использовании ОКЭ в Лира-САПР в нелинейной постановке

Изополя перемещений элементов сооружения с использованием ОКЭ в линейной постановке, приведены ниже.

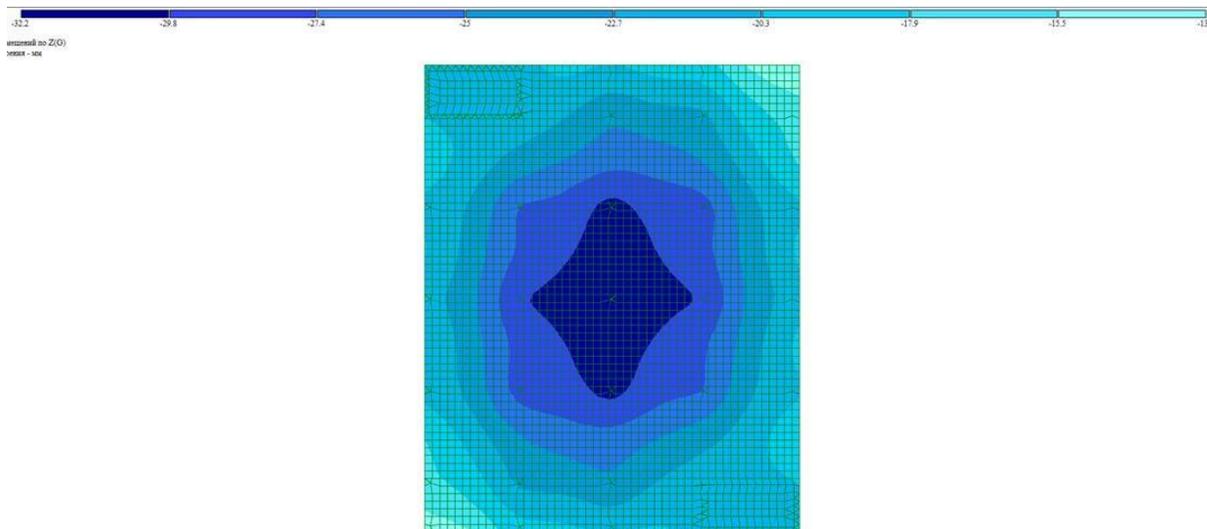


Рис. 7. Схема вертикальных деформаций фундаментной плиты при использовании ОКЭ в Лира-САПР в линейной постановке

Результаты максимальных и минимальных вертикальных деформации, в зависимости от выбранной модели грунтового основания, были представлены в виде гистограммы.

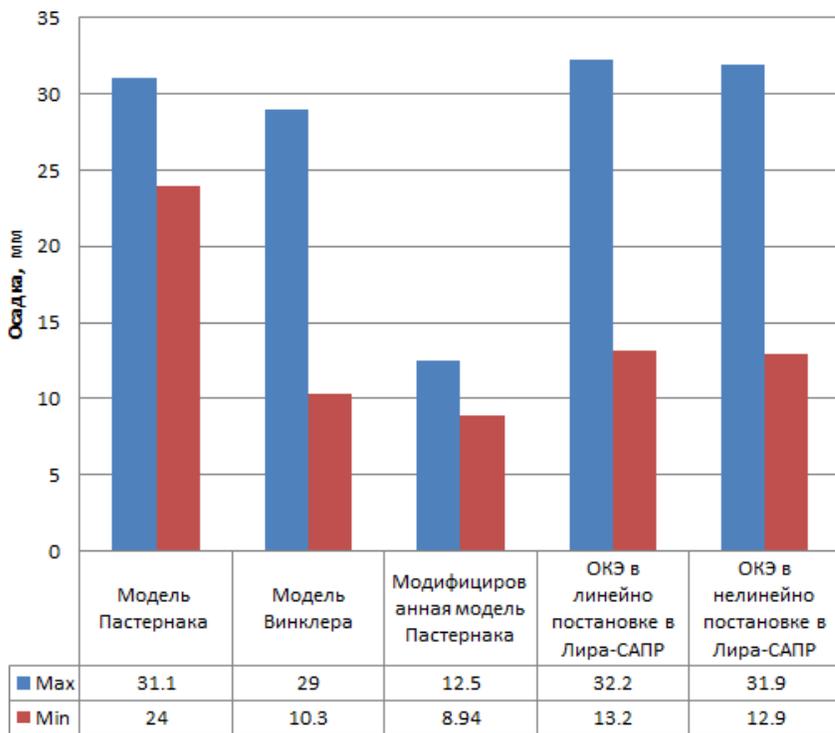


Рис. 8. Гистограмма результатов осадок фундаментной плиты

Таким образом, на основании полученных результатов можно сказать следующее:

- Наибольшие значения по вертикальным деформациям, с учетом неравномерности осадки фундаментной плиты, были получены при использовании модели Пастернака. Расхождение, относительно аналитического расчета, составило 25,5%.
- Разница результатов осадок, полученных при моделировании ОКЭ в линейной и нелинейно постановке в обеих программах, практически не существенна. Максимальное расхождение составило 2% в ОКЭ, моделирующих пластичную работу грунта (нелинейная постановка).
- Наибольшие неравномерные осадки фундаментной плиты были получены при использовании ОКЭ и модели Винклера. Также все эти модели дают одинаковое распределение изополей вертикальных деформаций.

#### Список литературы

1. КМК 2.02.01-98 "Основания зданий и сооружений" /Госкомархитект-строй Р.Уз. - Ташкент, 1998, 147 стр.
2. ЛИРА–САПР. Книга I. Основы. Е.Б Стрелец–Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов. Под ред. Академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А.С. Городецкого. // Издательство LIRALAND, 2019. 154 с.
3. Барабаш М.С. Методы численного моделирования и расчета осадки здания / М.С. Барабаш, А.Л. Грабовский, О.Ю. Башинская // Международный журнал по расчету гражданских и строительных конструкций, 2015. № 2. С. 69-78.
4. Филиппов А.Н. Модели грунта, представленные в программном комплексе «Лира-САПР» и «Midas GTX NX» // Научные исследования XXI века, 2021. № 2 (10). С. 153-157.