

РАСЧЕТ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ НА КОМПЛЕКС НАГРУЗОК

В этой статье рассказывается о расчете высотного здания с применением ПК SOFiSTiK в рамках дипломной работы, выполненной по завершению обучения в МГСУ на факультете ПГС специализация Теория сооружений (кафедра Строительной механики).

В дипломной работе рассматривается здание Многофункционального комплекса.

Работа выполнена на основании материалов стадии «Проект», предоставленных ООО «Инфорспроект».

1. Описание здания

Наземная часть здания состоит из 3-х секций, отделенных друг от друга деформационными швами: центральная часть – Башня – имеет 48 наземных этажей и высоту 160 м; боковые части – Крылья – по 39 этажей и высотой 132 м.

Подземная часть включает в себя 4 этажа паркинга.

Фундамент – железобетонная монолитная плита переменной толщины (от 2,5 м до 0,8 м) на естественном основании.

Здание решено в монолитном железобетонном связевом каркасе.

Особенностью несущей системы Башни является то, что ядро жесткости смещено в плане из центра к периферии.



Рис. 1. Визуализация

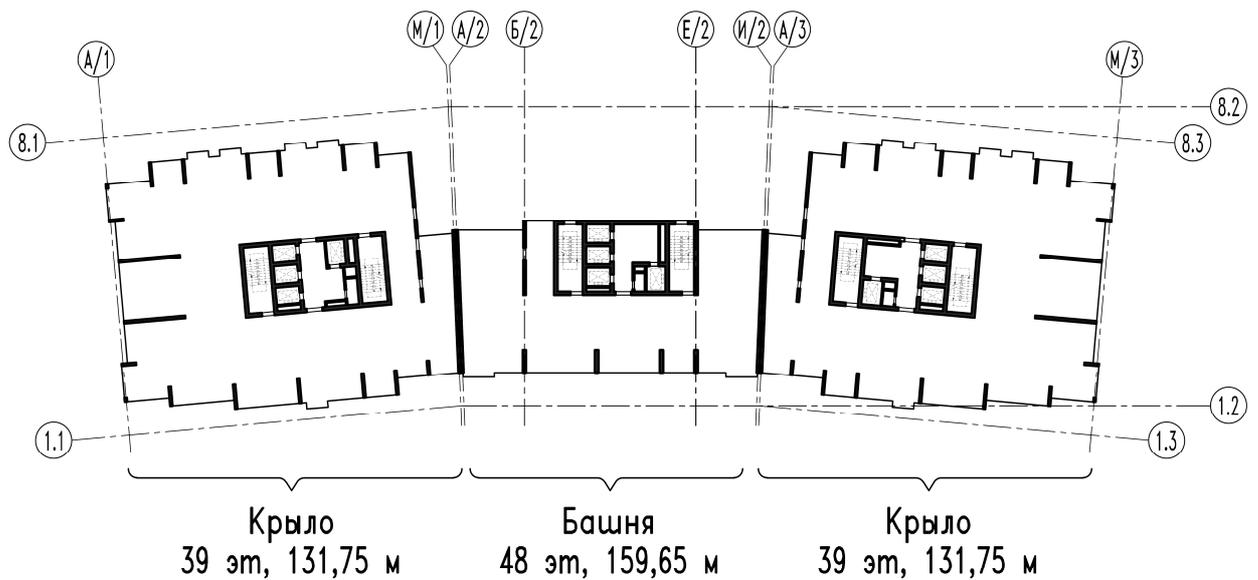


Рис. 2. План типового этажа

2. Параметры расчетной модели

Материалы:

- для горизонтальных конструкций (плит перекрытий и покрытий) – бетон В40, арматура А500С;
- для вертикальных конструкций (стен, пилонов и колонн) – бетон В60 и В40, арматура А500С.

Расчетная модель создавалась в препроцессоре SOFiPLUS при помощи структурных элементов.

Для моделирования отпора грунта основания фундаментная плита была разбита на 10 участков, каждому из которых был задан свой коэффициент постели.

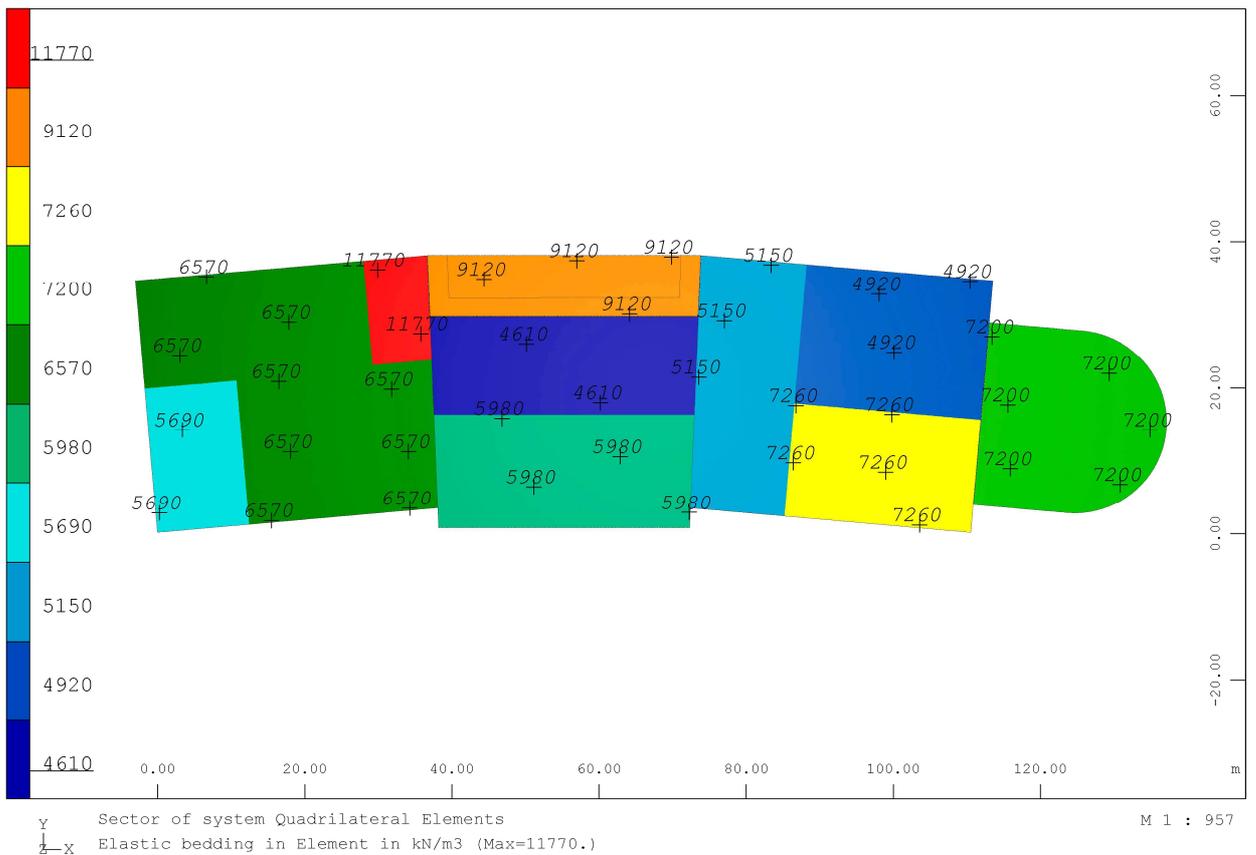
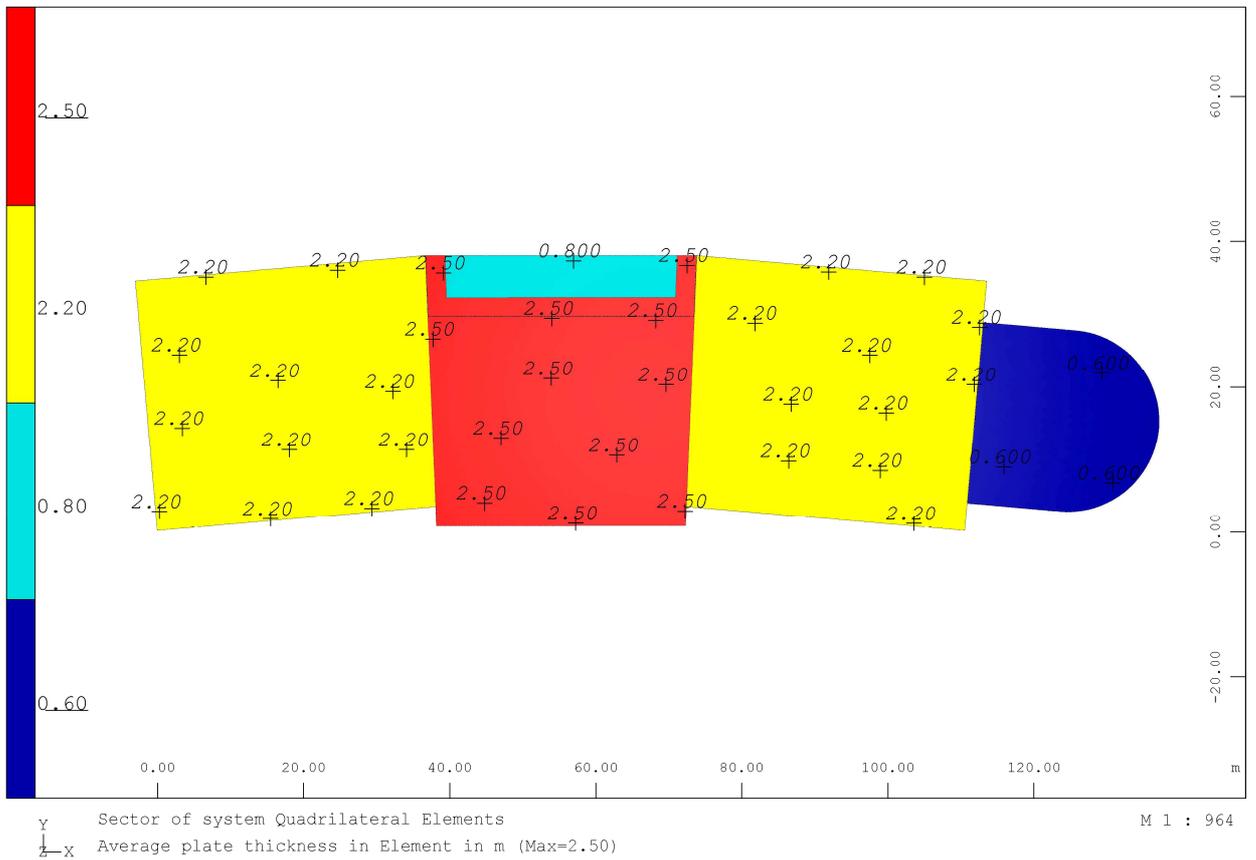


Рис. 3. Сверху – схема фундаментной плиты с толщинами (м); Снизу – разбивка фундаментной плиты на участки и значения коэффициентов постели C_{1z} для данных участков (кН/м^3).

Все конструкции были созданы с использованием пластинчатых четырехугольных и стержневых элементов. Шаг триангуляции при разбиении на КЭ принят равным 2 м.

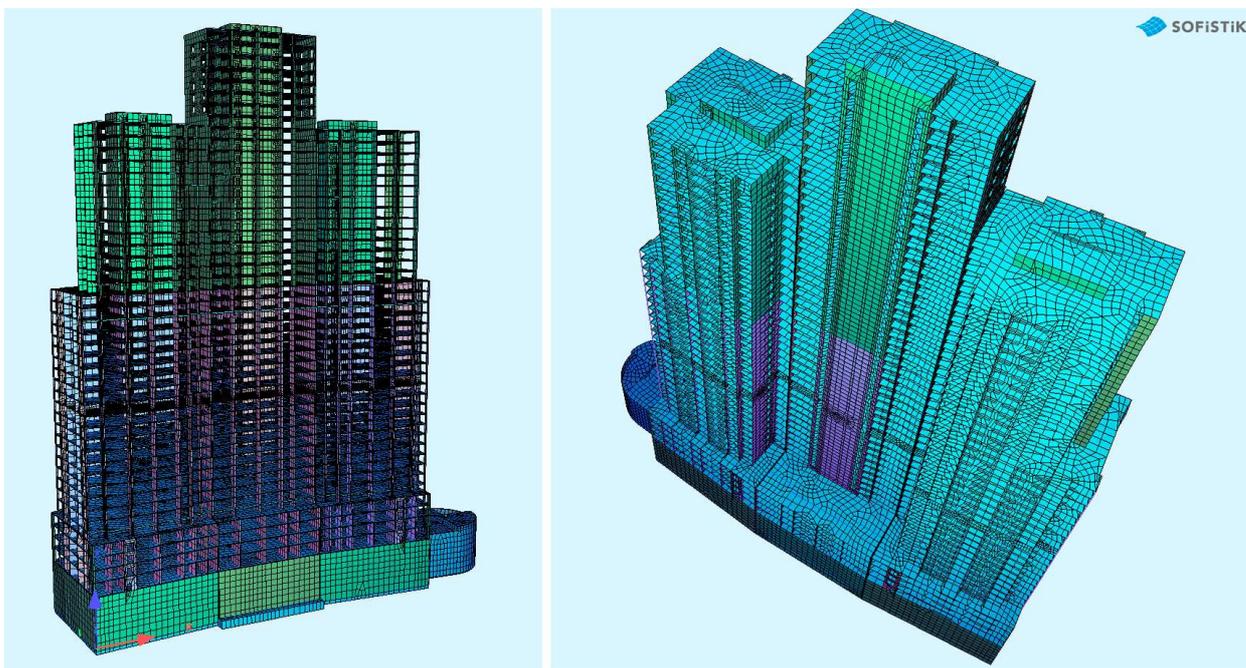


Рис. 4. Вид конечно-элементной модели. Цветом показаны различные материалы – бетон В60 и В40.

Для расчетов было создано 2 модели:

1 модель. Для расчета на основные комбинации нагрузок. В этой модели начальный модуль упругости бетона использовался с понижающими коэффициентами: 0,6 - для сжатых элементов, 0,3 - для изгибаемых элементов.

2 модель. Для расчета на ветровое воздействие, а также выполнения модального анализа. Здесь начальный модуль упругости бетона снижался с помощью коэффициента 0,85, который учитывает явление кратковременной ползучести. Жесткость основания повышена в 8 раз.

3. Расчет высотного здания

Было создано несколько загрузений, которые соответствуют постоянной, длительной и кратковременной нагрузкам согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Задавались нормативные значения нагрузок.

По контурам плит перекрытий (покрытий) были созданы фиктивные балки (No Cross Section), с помощью которых задавалась линейная нагрузка от фасадных конструкций.

Ветровая нагрузка определялась "вручную", в том числе и пульсационная составляющая. Полученное таким образом квазистатическое

ветровое давление прикладывалось как линейная нагрузка к плитам перекрытий (покрытий) посредством тех же фиктивных балок.

Усилия и напряжения находились от РСУ, а прогибы и перемещения - от РСН. Расчет проводился в линейной постановке при помощи модуля ASE.

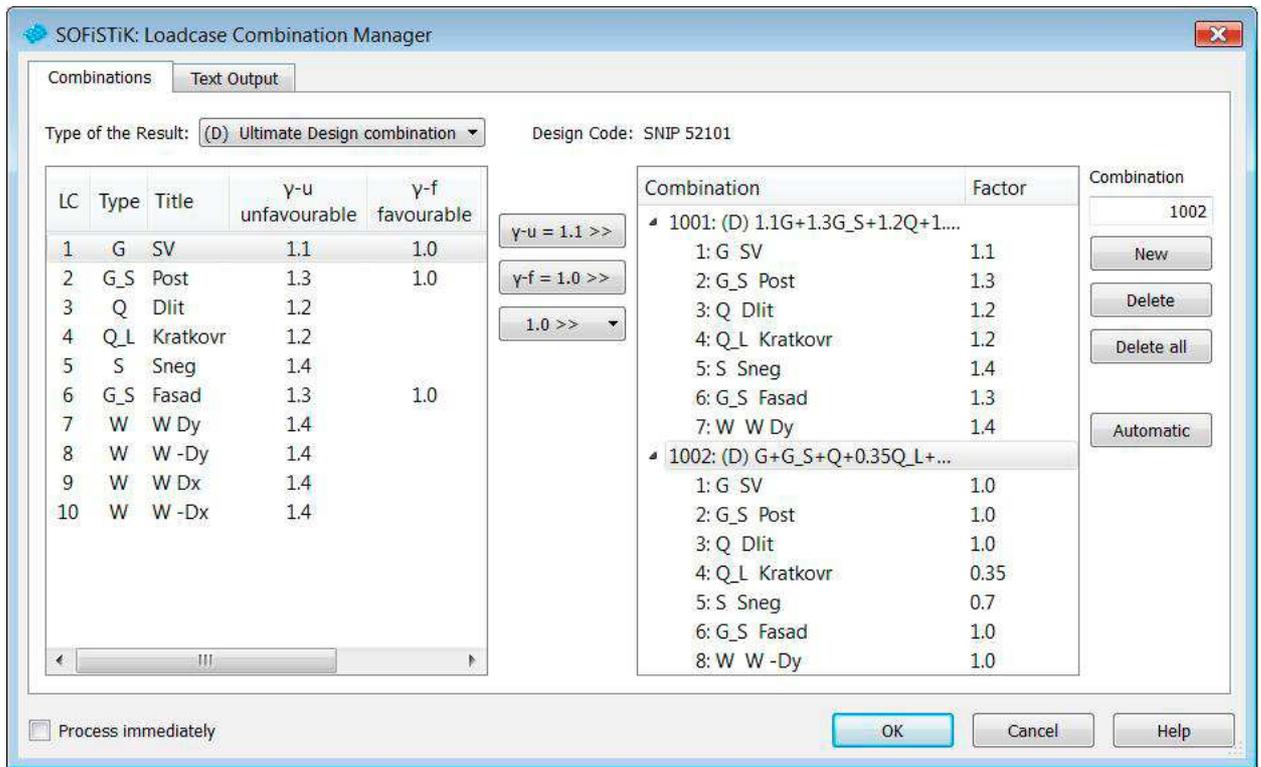


Рис. 5. Окно формирования РСН (Loadcase Combination Manager).

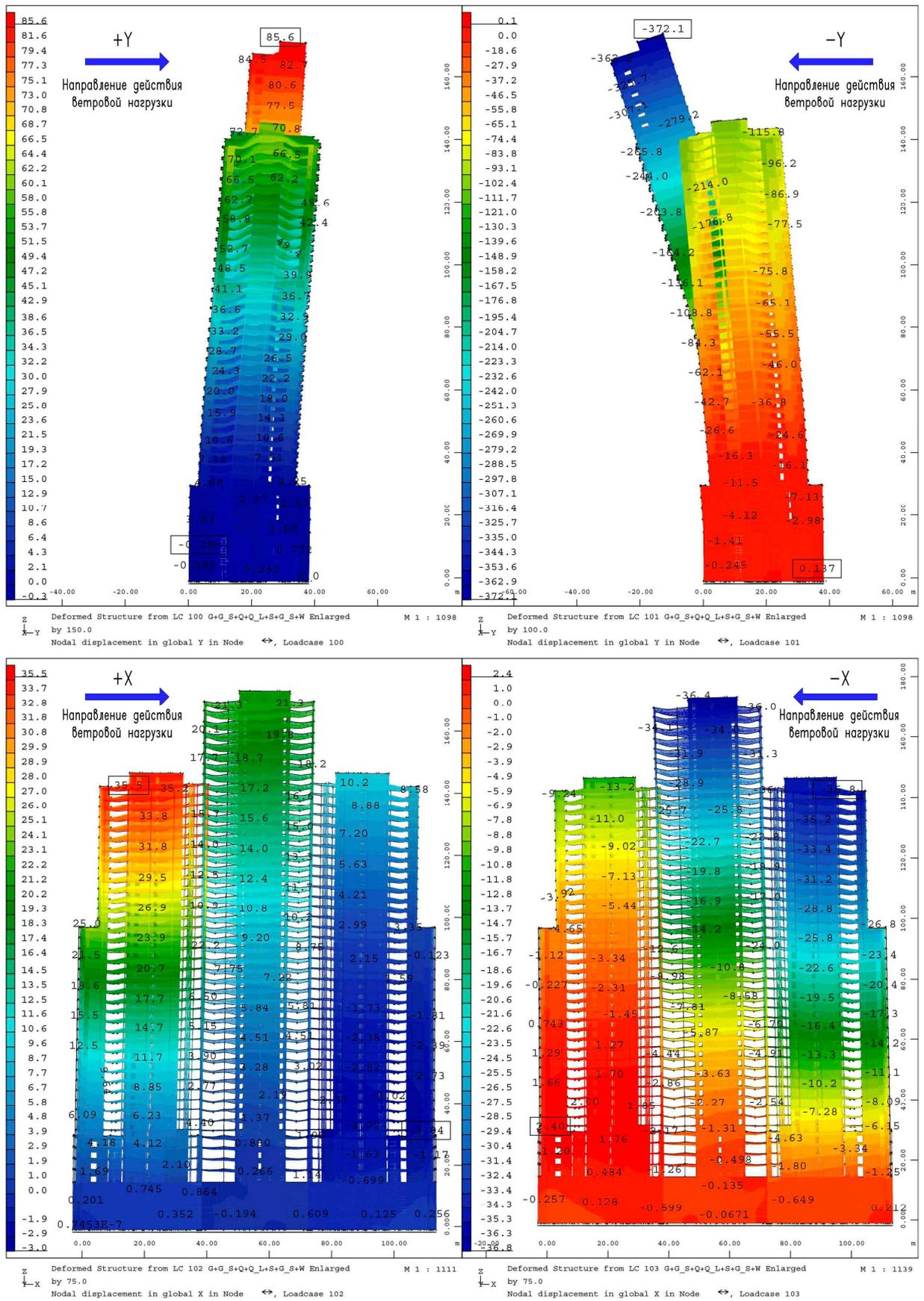


Рис. 6. Перемещения от РСН при действии ветра в четырех различных направлениях.

Кроме того, был проведен модальный анализ. При его выполнении учитывались только постоянная и длительная часть временной нагрузки согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»

Расчет на собственные частоты и колебания выполнялся модулем DYNA.

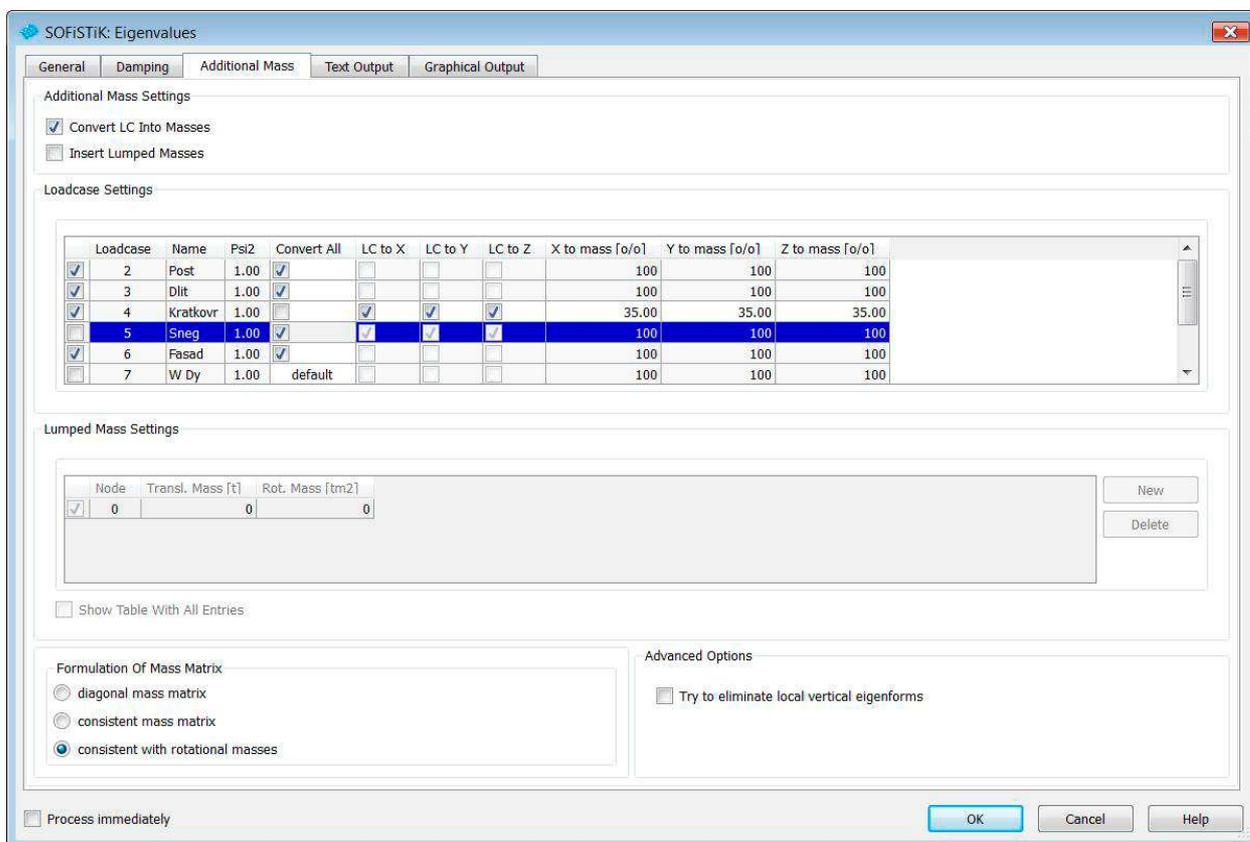


Рис. 7. Конвертирование нагрузок в массы при выполнении модального анализа – при расчете учитывались постоянные и временные длительные нагрузки (кроме снеговой).

Был выполнен расчет по подбору армирования в плите перекрытия.

Для того чтобы учесть переменный характер временной нагрузки, плита разбивалась на некоторое количество частей по пролетам (см. схему на Рис. 8), создавалось несколько нагрузок, и на каждом пролете назначалась соответствующая кратковременная нагрузка. Таким образом, проведя расчет на РСУ, можно смоделировать поэтапность загружения пролетов плиты перекрытия, то есть рассмотреть наилучший вариант.

Реализация такого способа дает существенное увеличение армирования плиты.

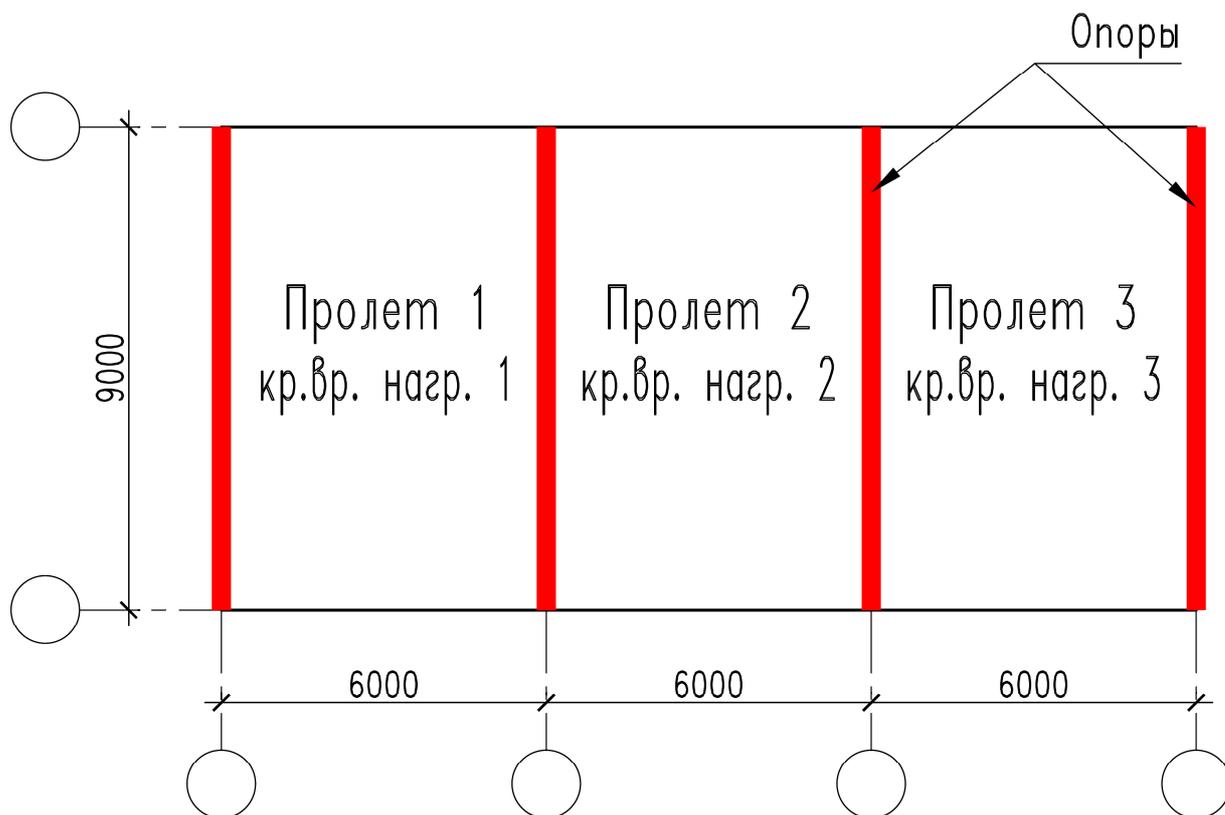


Рис. 8. Схема нагружения пролетов отдельными загрузками.

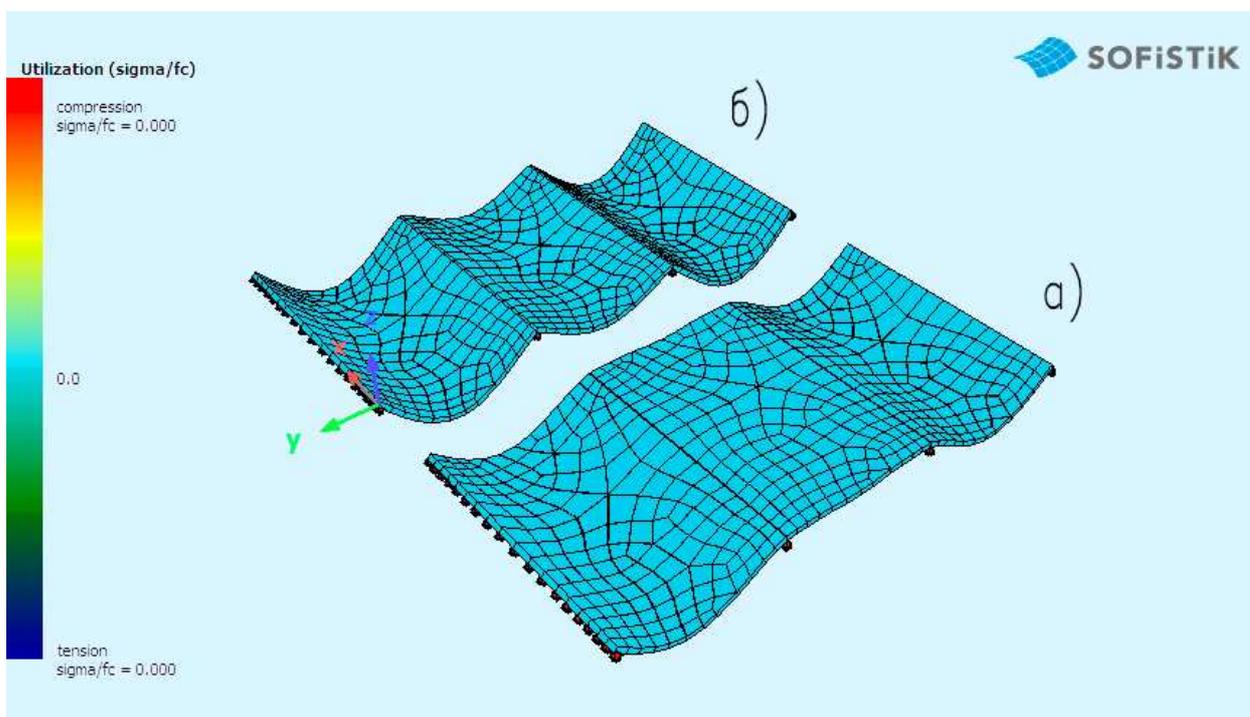
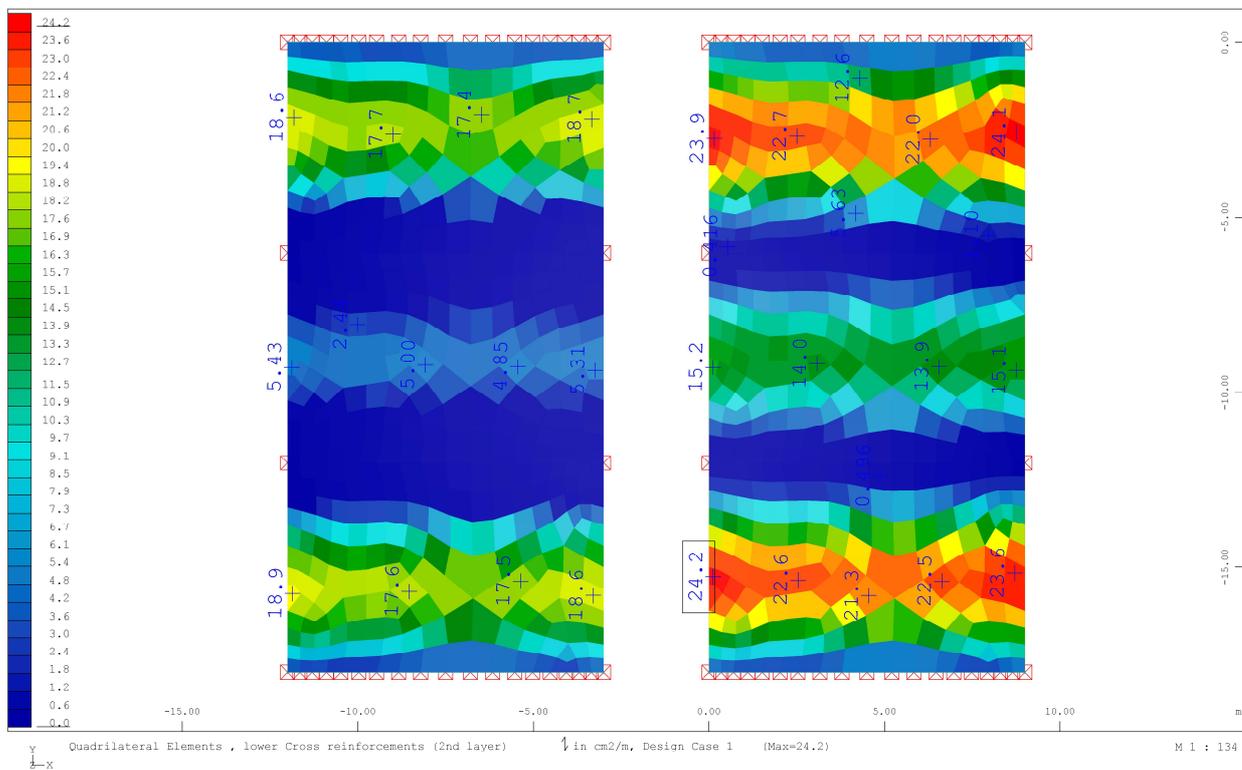


Рис. 9. Результаты тестирования описанной схемы – деформированная схема:

- а) вся плита загружена одной равномерной нагрузкой;
- б) на каждый пролет действует свое загрузку.



*Рис. 10. Результаты тестирования описанной схемы – изополя армирования в двух схемах:
слева – вся плита загружена одной равномерной нагрузкой;
справа – на каждый пролет действует свое загрузжение.*

