

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Матренина Анастасия Игоревна

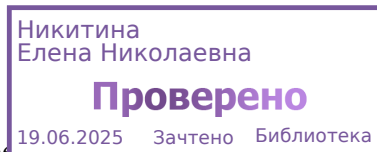
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Кафедра «Строительство и архитектура»
Направление 08.04.01 – «Строительство»
Профиль – Инновационные технологии в строительстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени магистра наук

Комсомольск-на-Амуре
2025 г.



Работа выполнена на кафедре «Строительства и архитектуры»
Комсомольского-на-Амуре государственного университета.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Чудинов Ю.Н.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент
Головко А.В.

Дальневосточный государственный университет путей сообщения.

Защита состоится «18» июня 2025 г. в 9 часов 00 минут на заседании
государственной аттестационной комиссии в Комсомольском-на-Амуре
государственном техническом университете по адресу: 681013, г.
Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ФГБОУ ВО «КНАГУ», ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться на кафедре «Строительства и
архитектуры» КНАГУ.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Панельное домостроение, долгое время, ассоциировавшееся с типовыми решениями и массовой застройкой, сегодня переживает своеобразный ренессанс. Имеется большой фонд панельных зданий длительный срок использования, которых, требует проведения поверочных расчетов и оценки фактической несущей способности. Современные технологии позволяют эффективно и достоверно выполнять те или иные расчеты с помощью внедрения специальных программ информационного моделирования, предлагая более гибкие, эффективные и эстетически привлекательные решения.

Внедрение BIM в проектирование панельных зданий – это не просто переход на новые программные инструменты. Это принципиально новый подход к организации всего процесса, от концептуального проектирования до эксплуатации готового объекта. BIM позволяет создать цифровую модель здания, содержащую всю необходимую информацию о его геометрии, материалах, инженерных системах и даже стоимости.

В рамках данной работы будут рассмотрены основные конструктивные системы, используемые при проектировании крупнопанельных зданий и сооружений, будет проведен детальный анализ расчета панелей в контексте проектирования железобетонных конструкций.

Задачи диссертационной работы:

- рассмотрение основных конструктивных систем крупнопанельных зданий;
- анализ особенностей моделирования стыков крупнопанельных зданий;
- рассмотрение специальных комплексов программ, реализующих технологии информационного моделирования;
- разработка информационной модели крупнопанельного здания с применением ПК «Сапфир» и ПК «Лири-САПР»;

- изучение методики конструктивного расчета ж/б плит с применением ПК «Лира-САПР» и контролем численных расчетов в программе MathCad;
- сравнение результатов расчета ж/б крупнопанельного здания с учетом и без учета податливости стыков;
- подбор и поверка армирования ж/б элементов крупнопанельного здания.

Теоретической и методологической основой исследования послужили методы автоматизированного анализа зданий и сооружений на воздействие нагрузкам. В процессе работы над диссертацией изучены методы расчета изгибаемых железобетонных конструкций, послуживших основой для существующих в настоящее время программных комплексов по расчету и анализу зданий и сооружений. Наибольшее влияние на выполнение исследования оказали труды, Р.Ю. Водопьянов, Соколов Б.С., Никитин Г.П., Н.С. Дронов, а также работы Ю.Н. Чудинова, Д.А. Лупповой, Н.С. Дронова.

Автор защищает: методику расчетов, обработки и анализа расчетов зданий и сооружений с помощью BIM – технологий, выведенных алгоритмов в программном комплексе MathCAD для общего расчета и построения информационной модели, где возможно контролировать и проектировать податливость стыков с применением связки программ, что на сегодняшний день является проблематичным.

Научную новизну работы составляют: алгоритмы и методики разработки новых конструктивных решений для стыков, применении инновационных материалов с улучшенными характеристиками, а также с разработкой и внедрением новых методик расчета и анализа, основанных на использовании современных расчетных комплексов и BIM-технологий.

Практическая ценность: в работе рассматривается проблема, актуальная для всех организаций, проектирующих панельные здания. При выполнении исследования применены новые технологии проектирования, в том числе частично - BIM-технологии. Разрабатываемый материал ориентирован непосредственно на задачи, решаемые на производстве,

поэтому может быть напрямую использован при решении задач в проектировании.

Объектом исследования выступает само панельное здание как целостная система.

Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации опубликованы в 3 научных статьях.

1 Матренина, А.И. Применение BIM-технологий в строительстве/ А.И. Матренина, Ю.Н. Чудинов;

2 Чудинов Ю.Н. Динамический расчет оболочек методом пространственных конечных элементов/ Ю.Н. Чудинов, А.И. Матренина;

3 Чудинов Ю.Н. Применение ПК «Лира-САПР» в расчетах железобетонных конструкций / Ю.Н. Чудинов, А.И. Матренина.

Настоящие работы выполнены в 2024-2025 годах на базе кафедры «Строительство и архитектуры» под руководством к.т.н., доцента Ю.Н. Чудинова.

Структура и объем работы

Магистерская диссертация состоит из введения, четырех глав, списка литературы (21 источник). Основной текст изложен на 75 страницах, содержит 4 таблицы, 57 рисунков, 11 формул.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, предмет и объект исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость, апробация результатов.

В первой главе «Ключевые элементы при проектировании панельных зданий – конструктивные системы, стыки и ВМ-технологии» был проанализирован и изучен свод правил СП 335.1325800.2017 «Крупнопанельные конструктивные системы».

Читая план здания, можно определить, в зависимости от расположения несущих стен и характера опирания на них перекрытий, конструктивную систему.

Существует 2 вида конструктивных систем (далее – КС): каркасная и бескаркасная. В каркасных панельных зданиях действующие на них нагрузки воспринимают ригели и стойки каркаса, а панели выполняют чаще всего лишь ограждающие функции (см. рисунок 1). При этом различают следующие конструктивные схемы:

- с полным поперечным каркасом (рисунок 1 а);
- с полным продольным каркасом (рисунок 1 б);
- с пространственным каркасом (рисунок 1 в);
- с неполным поперечным каркасом и несущими наружными стенами (рисунок 1 г);
- с опиранием плит перекрытия по четырем углам непосредственно на колонны (безригельный вариант; рисунок 1 д);

- с опиранием панелей на наружные панели и на две стойки по внутреннему ряду (рисунок 1 е).

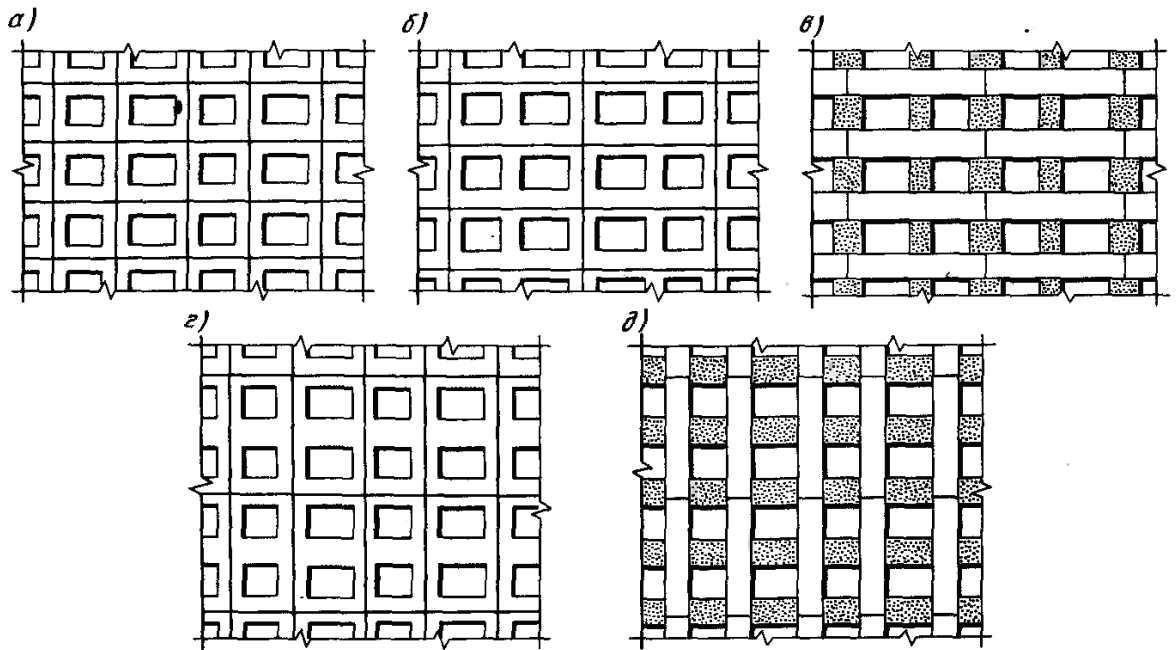


Рисунок 1 - Конструктивные схемы каркасно-панельных зданий

Бескаркасные конструктивные системы делятся на следующие виды:

1. перекрестно-стеновой КС
2. поперечно-стеновой КС
3. поперечно-стеновой КС

В зданиях *перекрестно-стеновой КС* наружные стены проектируют несущими или навесными, иными словами, ненесущими. Плиты перекрытия имеют три стороны опирания, в отдельных случаях - две, а также не исключено опирание плит перекрытий по контуру здания.

Исходя из этих условий, рационально применять систему с малопроектными (до 4,5 м.) перекрытиями.

Здание с данной КС может иметь высоту ≤ 75 м.

В зданиях *поперечно-стеновой КС* нагрузка от перекрытий и несущих стен передается на поперечные несущие стены, а плиты перекрытия,

преимущественно опираются по 2-м противоположным сторонам (вертикальная нагрузка).

В свою очередь, на эти противоположные несущие стены, параллельно поперечным стенам, действует горизонтальная нагрузка.

В зданиях *поперечно-стеновой* КС перекрытия, работающие преимущественно по балочной схеме, передают вертикальную нагрузку продольным стенам, на которые опираются (перпендикулярно).

Для восприятия таких нагрузок, следует предусматривать вертикальные диафрагмы жесткости (поперечные стены лестничных клеток, торцевые, межсекционные и др.) Шаг диафрагм жесткости (поперечных) следует обосновывать расчетом и принимать не более 24 м.

Такие здания проектируют высотой ≤ 50 м.

В последних двух случаях КС крупнопанельных зданий проектируют с применением системы со среднепролетными (до 7,2 м.) и большепролетными (свыше 7,2 м.) перекрытиями.

Качество эксплуатации крупнопанельных зданий во многом зависят от конструктивного исполнения стыков между панелями и с другими элементами здания.

Стыки между панелями наружных стен должны обладать герметичностью, не допускать образования конденсата в месте стыка, а также не мало важно, обладать достаточной прочностью, во избежание появления трещин в стыке.

При создании стыков в модели, в зависимости от положения соединяемых элементов и их количества, определяется тип стыка: вертикальный или горизонтальный, стена-стена или стена-плита-стена и т.п.

По расположению стыки различают вертикальные, по способу связей панелей между собой:

- упругоподатливые и жесткие (монолитные);

и горизонтальные

- платформенный стык, контактный стык.

При устройстве *упругоподатливого стыка* (см. рисунок 2) панели соединяются с помощью стальных связей, привариваемых к закладным деталям стыкуемых элементов.

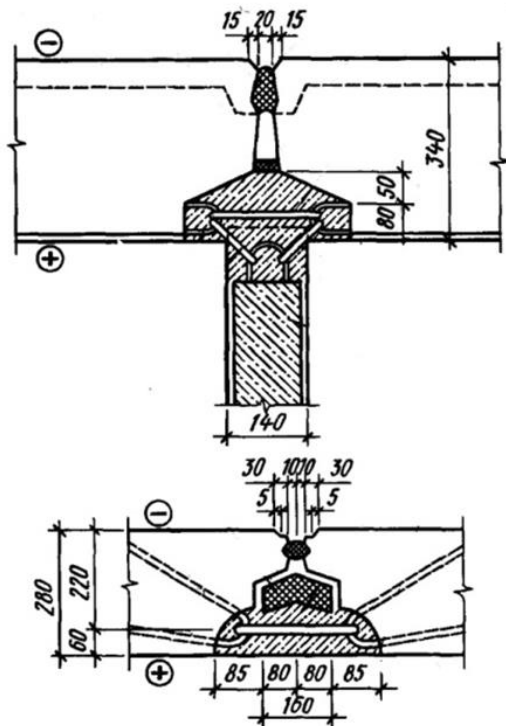


Рисунок 2 - Конструкция вертикального упругоподатливого стыка панелей

Недостатком таких стыков является появление коррозии стальных связей закладных деталей. Такие крепления не исключают появление деформационных трещит в стыках.

Более надежными являются жесткие *монолитные стыки* (см. рисунок 3).

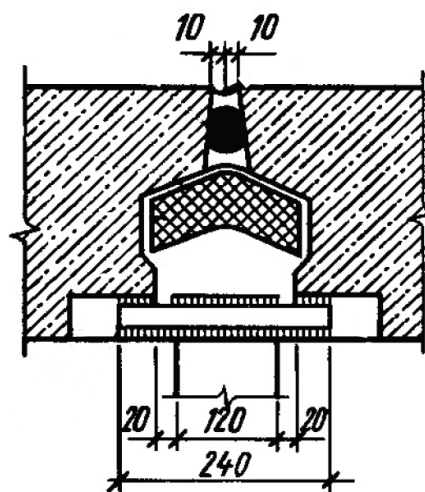


Рисунок 3 - Монолитный вертикальный стык

Интересным является устройство стыка в виде ласточкина хвоста. При этом почти полностью можно отказаться от применения стальных связей.

Горизонтальный стык имеет очень сложную геометрию. Для устройства горизонтальных стыков верхнюю стеновую панель укладывают на нижнюю на цементном растворе. В нем устраивают так называемый противодождевой барьер или зуб в виде гребня, идущего сверху вниз (см. рисунок 4).

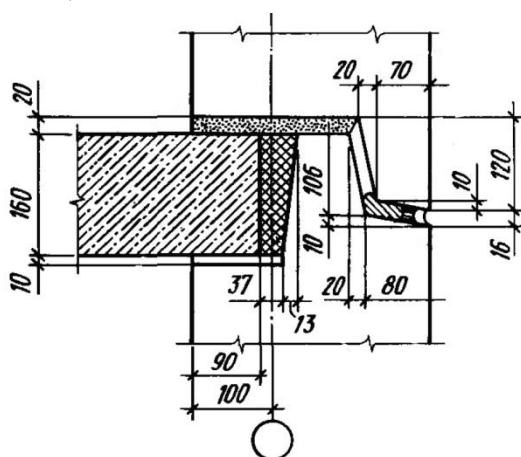
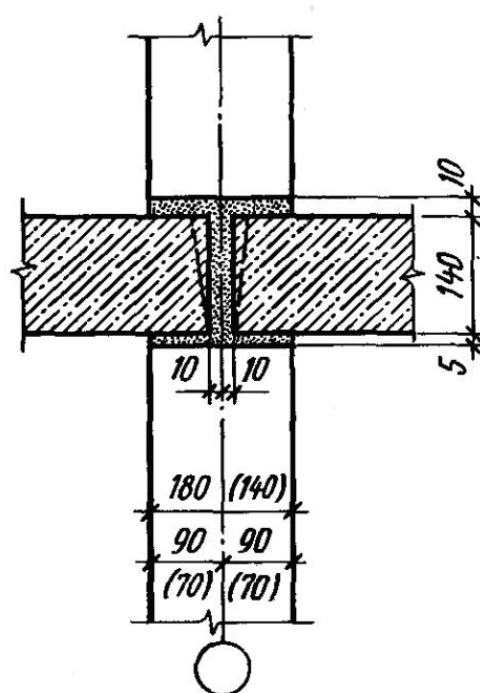


Рисунок 4 - Конструкция горизонтального стыка однослойных стеновых панелей

Нередко горизонтальный стык между несущими панелями поперечных стен и перекрытий проектируют платформенного типа (см. рисунок 5), особенностью которого является опирание перекрытий на половину толщины поперечных стеновых панелей, при котором усилия в верхней стеновой панели на нижнюю передаются через опорные части панелей перекрытий.

Рисунок 5 - Конструкция горизонтального платформенного стыка панелей внутренних поперечных несущих стен



При расчете крупнопанельных зданий следует учитывать податливое соединение стен и плит в местах их пересечений.

Коэффициент податливости при сжатии $\lambda_{с.сop}$ для контактного горизонтального стыка, в котором сжимающую нагрузку передают через слой раствора толщиной не более 30 мм., определяют по формуле:

$$\lambda_{с.сop} = \lambda_m * A/A_{сop}, \quad (1)$$

где:

A – площадь горизонтального стыка сечения стены в уровне расположения проемов;

$A_{сop}$ – площадь контактного участка стыка, через которую передается сжимающая нагрузка.

Коэффициент податливости при сжатии $\lambda_{с.pl}$ для платформенного горизонтального стыка, в котором сжимающая нагрузка передается через опорные участки плит перекрытий и два растворных шва, уложенные между плитами перекрытий и соединяемыми элементами, определяется по формуле:

$$\lambda_{с.pl} = (\lambda'_m + \lambda''_m + h_{pl} / E_{pl})(A / A_{pl}). \quad (2)$$

где:

λ'_m , λ''_m – коэффициенты податливости при сжатии соответственного верхнего и нижнего горизонтальных растворных швов;

h_{pl} – высота (толщина) опорной части плиты перекрытия;

E_{pl} – начальный модуль упругости бетона опорной части плиты перекрытия;

A_{pl} – площадь платформенных участков стыка, через которые передаются сжимающие напряжения.

Зная конструктивную систему и подобрав нужный способ соединения панелей в здании, встает актуальный на сегодняшний день вопрос, об использовании технологий информационного моделирования. О способах преобразования информации об объекте капитального строительства в информационную модель. Для этого важно подобрать связку программ, чтобы автоматизировать процессы расчета и подготовить модели.

Внедрение BIM-технологии позволило:

- на 40% сократить ошибки и погрешности в проектной документации;
- на 20-50% уменьшить время на проектирование;
- на 90% уменьшить время на согласование и координацию самих проектов внутри проектной организации.

- в 6 раз уменьшить время на проверку проекта;
- в 2 раза сократить сроки инвестиционной фазы строительства;
- в 4 раза сократить сроки строительства и затраты на исправление дефектов.

Существует множество программных комплексов, таких как:

- *Renga* - первая российская система для совместного архитектурного проектирования, разработки несущих конструкций, внутренних инженерных сетей и технологической части зданий и сооружений по технологии информационного моделирования (BIM);

- *NanoCAD* - это российская платформа для моделирования и проектирования инженерных объектов различной сложности;

- ПК «САПФИР» – программный комплекс, позволяющий автоматизировать ключевые процессы, функции и задачи бюджетного процесса на уровне субъектов Российской Федерации, так и на уровне муниципальных образований, без ограничений по масштабам разрабатываемых решений;

- Программный комплекс «Лира-САПР» является современным инструментом для численного исследования прочности и устойчивости конструкций и их автоматизированного проектирования.

Во второй главе «Применение технологии визуального программирования для автоматизированного создания информационной модели здания» было уделено внимание методам расчета и созданию информационной модели монолитного железобетонного здания в ПК «Сапфир». Важным аспектом этого раздела стал экспорт информационной модели заданного здания в ПК «Лира-САПР» и графический материал, таблицы, расчеты, ярко демонстрирующие все нагрузки и напряжения в здании, а также были сделаны выводы касательно конструктивного и статического расчетов.

Для создания информационной модели здания в ПК «Сапфир» предварительно настроив экран сетки (см. рисунок 6), основание здания располагаем на грунт, согласно разрезам (см. рисунок 7).

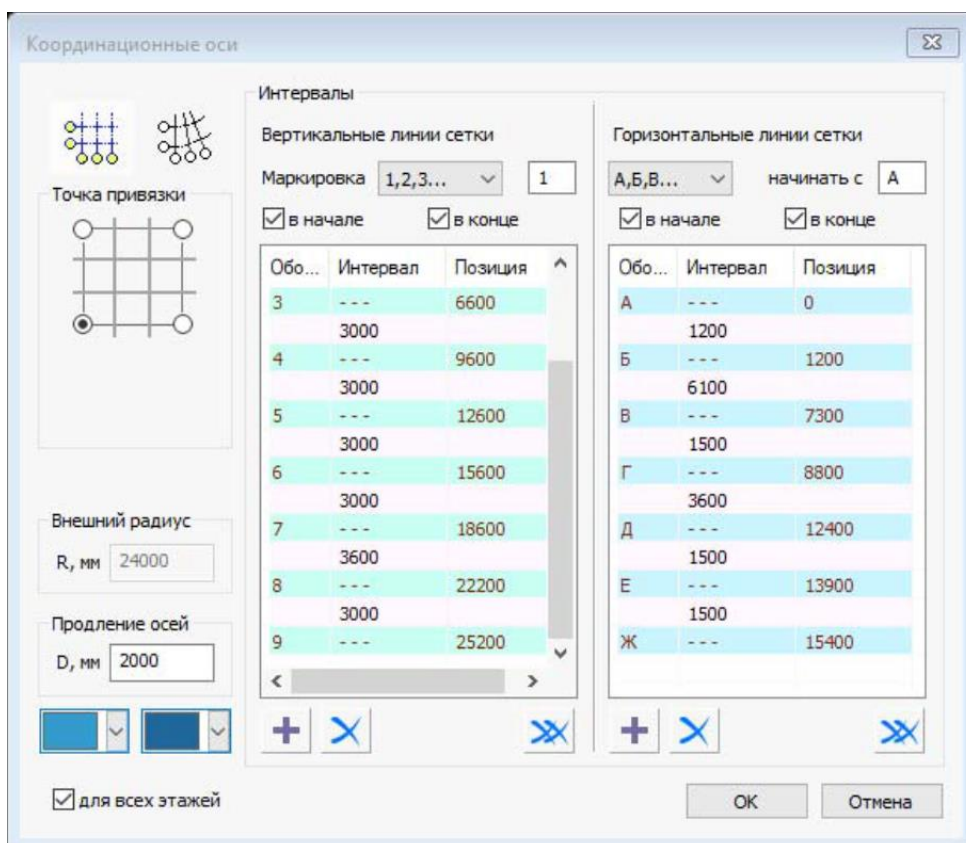


Рисунок 6 – Координационные оси

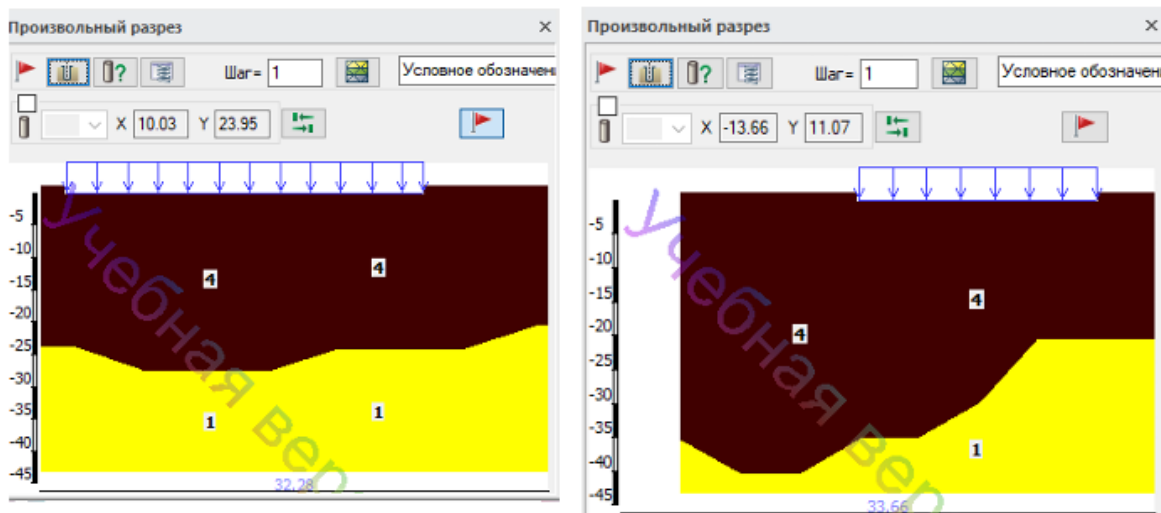


Рисунок 7 - Инженерно-геологические разрезы

На выходе получаем информационную модель здания на основании в процессоре ПК «Сапфир» (см. рисунок 8).

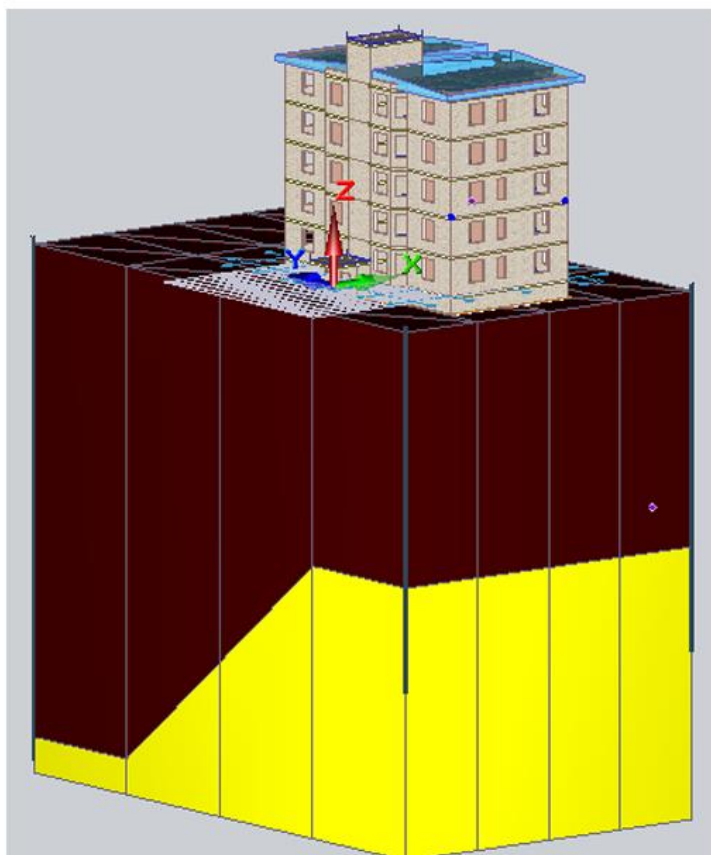


Рисунок 8 - Здание на основании в предпроцессоре САПФИР

После того, как информационная модель заданного здания построена, экспортируем ее в ПК «Лира-САПР» и задаем материалы, заданные при проектировании, назначаем полезные, ветровые, снеговые, эксплуатационные нагрузки, нагрузки от собственного веса.

В конечном итоге задав все нагрузки от постоянных до временных, задав материалы произвели расчет усилий и напряжений, РСУ и РСН (см. таблицы 1, 2).

Загруж	Вид	Подвид	Доля длитель	Взаимоисключ	Объединение	Сопутствие	Знак	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(БС)
1:1.Сол	Постоянное	пост 1.10	1.00				+	1	1	0.9	1
2:6.Эк	Кратк.домини	врем.кр 1.20	0.35				+	1	0.9	0.5	0.8
3:7.Сн	Кратк.домини	врем.кр 1.40	1.00				+	1	0.9	0.5	0.8
4:8.Ве	Неактивное		0.00				+				
5:9.Ве	Неактивное		0.00				+				
6:10.С	Сейсмическое	Сейсмика 1.0	0.00	1			+/-			1	
7:11.С	Сейсмическое	Сейсмика 1.0	0.00	1			+/-			1	
8:12.В	Мгновенное	Ветер 1.40	0.00	1			+	1	0.9	0.5	0.8
9:13.В	Мгновенное	Ветер 1.40	0.00	1			+	1	0.9	0.5	0.8

Таблица 1 - Расчетное сочетание усилий

Загруж	Вид	Подвид	Доля длитель	Взаимоисключ	Объединение	Сопутствие	Знак	Основное.1х	Основное.2х	Особое.1х	Особое.1х-	Особое.2х	Особое.2х-	Особое.3х	Особое.4х
1:1.Сол	Постоянное	пост 1.10	1.00				+	1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
2:6.Эк	Кратк.домини	врем.кр 1.20	0.35				+	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3:7.Сн	Кратк.домини	врем.кр 1.40	1.00				+	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4:8.Ве	Неактивное		0.00				+								
5:9.Ве	Неактивное		0.00				+								
6:10.С	Сейсмическое	Сейсмика 1.0	0.00	1			+/-			1	-1				
7:11.С	Сейсмическое	Сейсмика 1.0	0.00	1			+/-					1	-1		
8:12.В	Мгновенное	Ветер 1.40	0.00	1			+	0.7						0.5	
9:13.В	Мгновенное	Ветер 1.40	0.00	1			+	0.7							0.5

Таблица 2 - Расчетное сочетание нагрузений

После чего, создали расчетную модель здания (см. рисунок 9).

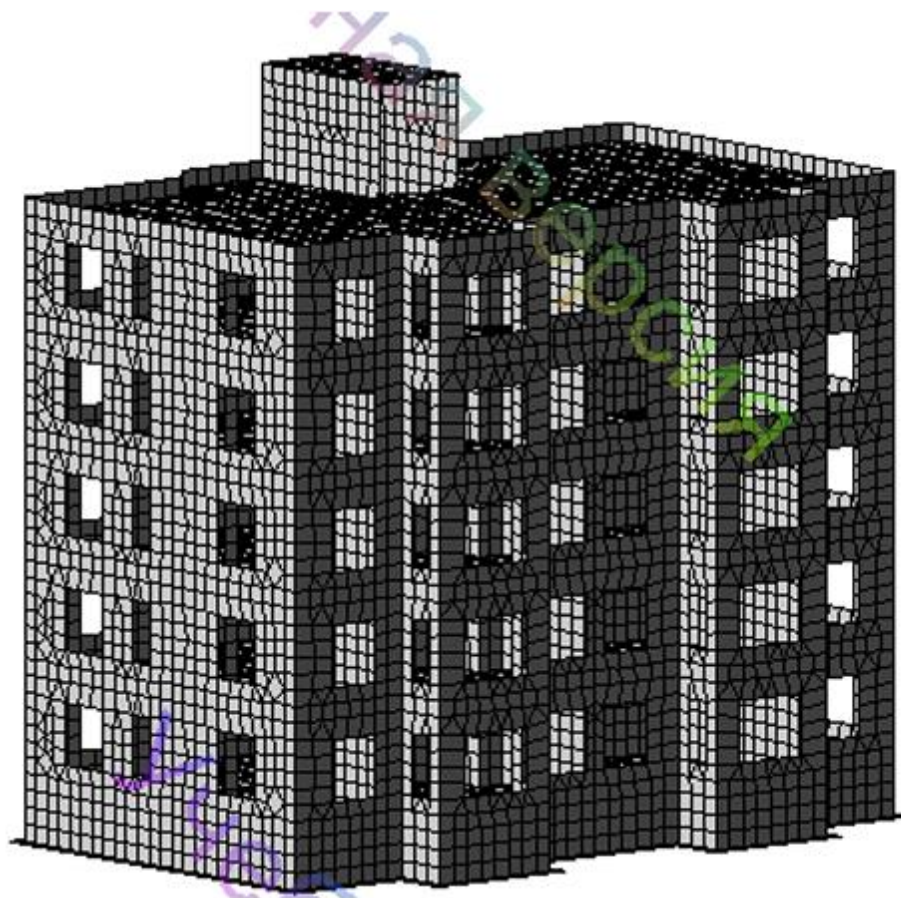


Рисунок 9 - Расчетная модель здания «ПК «Лира-САПР»

В третьей главе «Расчет железобетонной плиты перекрытия в Mathcad» мы произвели конструктивный расчет железобетонной плиты перекрытия, как пример, чтобы показать работу связки программ ПК «Ли́ра-САПР» и MathCad на практике.

Кривизны плиты в центре по двум направлениям:

$$k_x := \frac{dw_{1x} - dw_{2x}}{B_{КЭ}} = 1.397 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{м}} \quad k_y := \frac{dw_{1y} - dw_{2y}}{L_{КЭ}} = 1.397 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{м}}$$

Изгибающие моменты в центре плиты приближенно равны

$$M_x := D \cdot (k_x + \mu \cdot k_y) = 32.014 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad M_y := D \cdot (k_y + \mu \cdot k_x) = 32.014 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

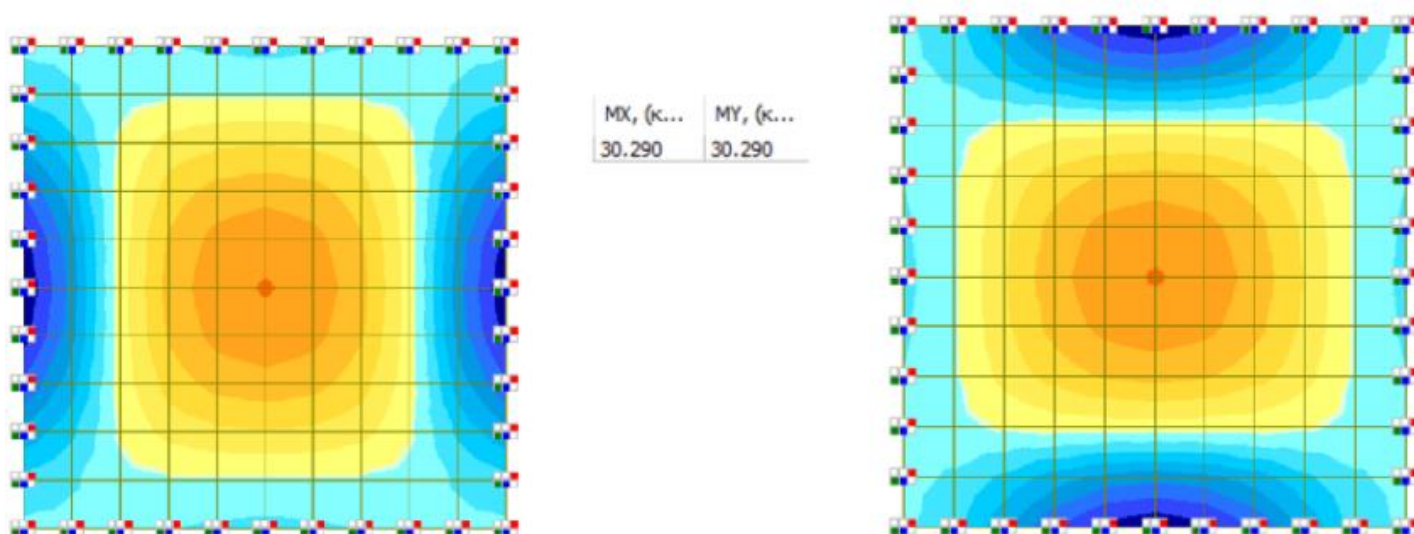


Рисунок 13 – Изгибающие моменты в центре плиты

Сравнивая расчеты в ПК «Ли́ра-САПР» и расчетах, получившихся в MathCad, можно сделать вывод, что связка данных программ упрощает и автоматизирует процесс проектирования.

Согласно полученным моментам в центре плиты в двух вышеупомянутых программа, моменты приближенно равны (см. рисунок 13).

В четвертой главе «Сравнение результатов расчета железобетонного здания с учетом и без учета податливости стыков» в ПК «Ли́ра-САПР» были созданы 2 модели крупнопанельного здания с учетом и без учета податливости стыков (см. рисунок 14-19).

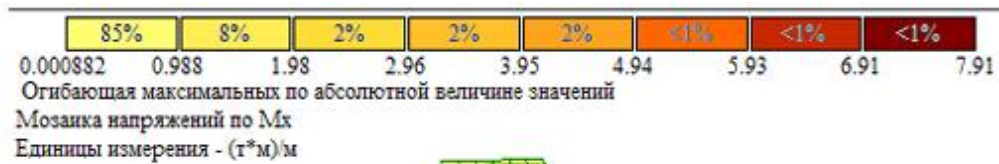


Рисунок 14-
 Мозаика
 изгибающих
 моментов M_x в
 перекрытиях
 без учета λ
 стыков

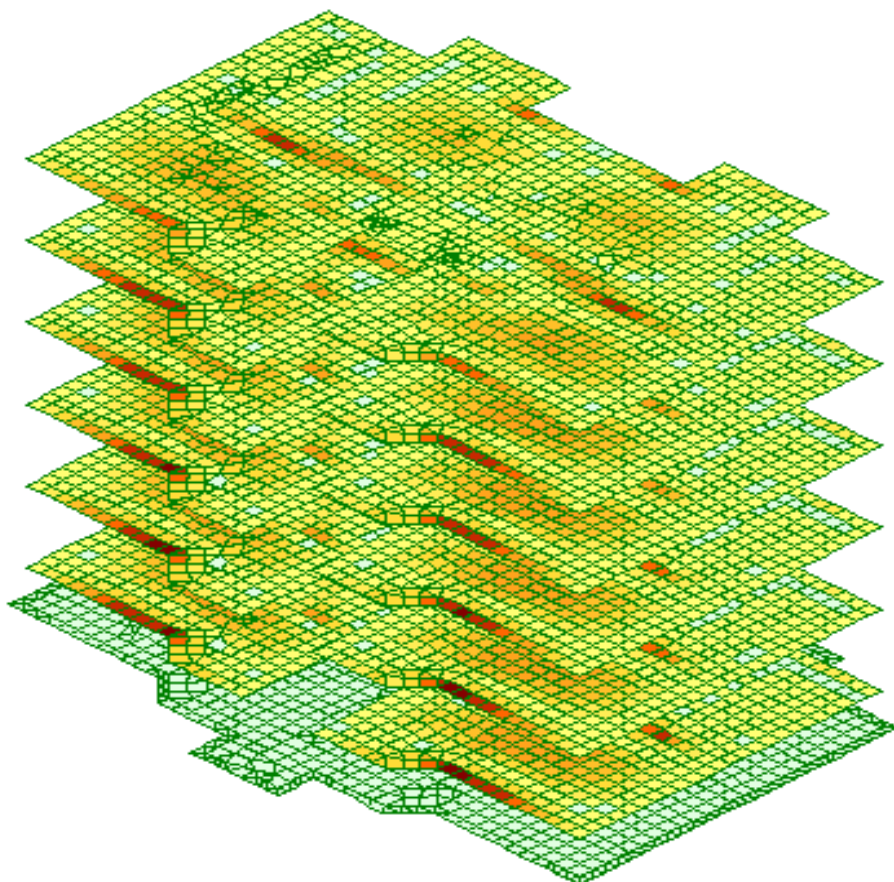
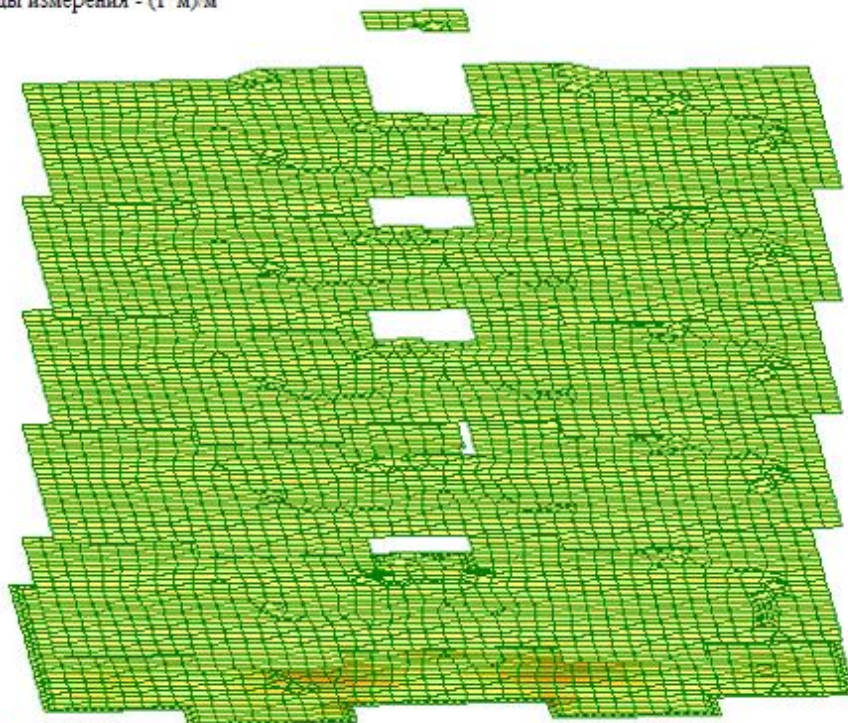


Рисунок 15 - Мозаика
 изгибающих моментов
 M_x в перекрытиях с
 учетом λ стыков

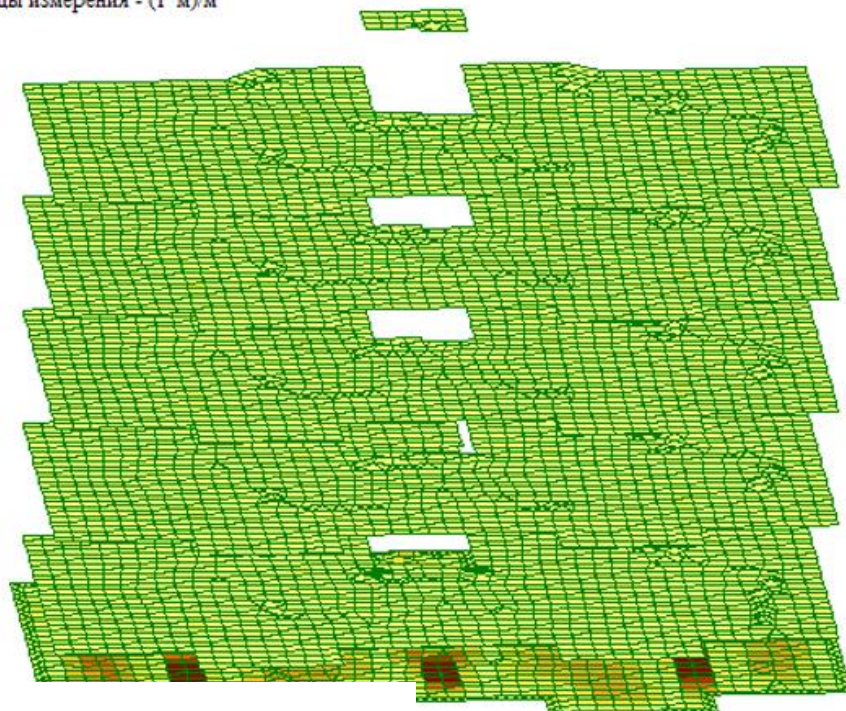
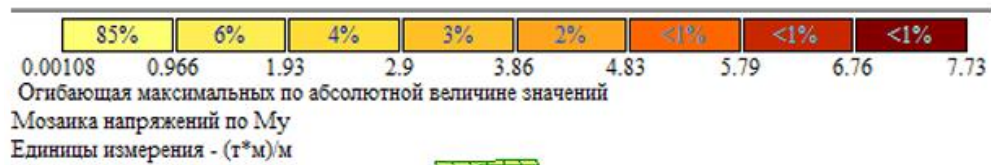


Рисунок 16 -
 Мозаика
 изгибающих
 моментов M_y
 в перекрытиях
 без учета λ
 стыков

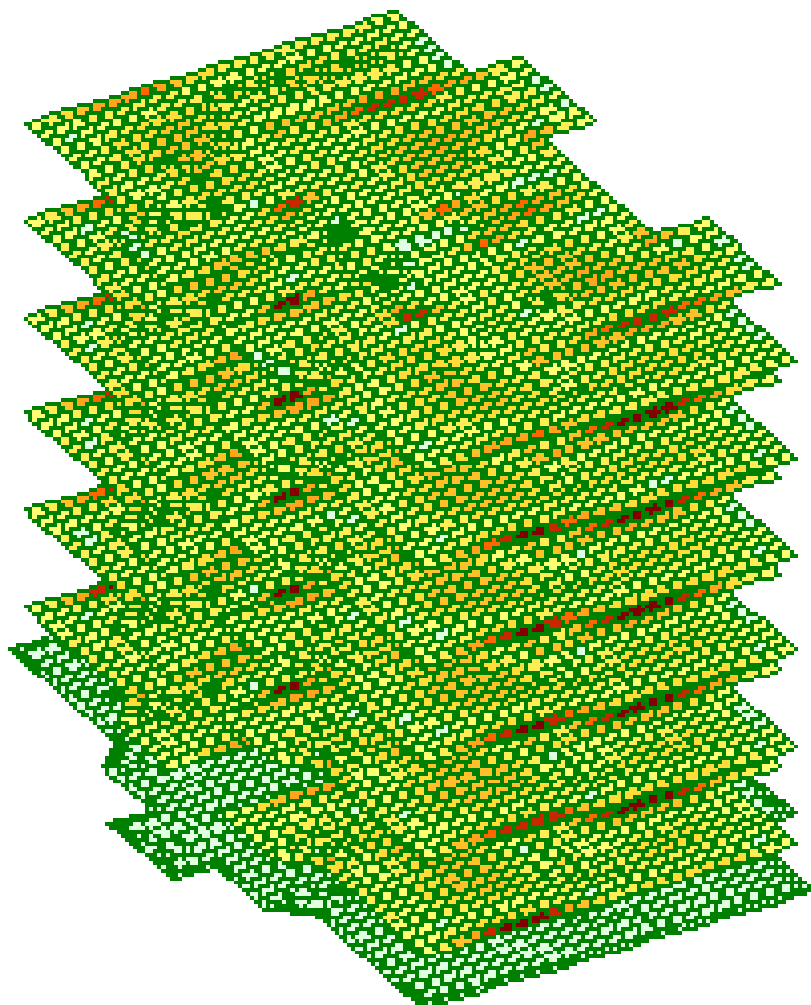


Рисунок 17 -
 Мозаика изгибающих
 моментов M_y в перекрытиях
 с учетом λ стыков

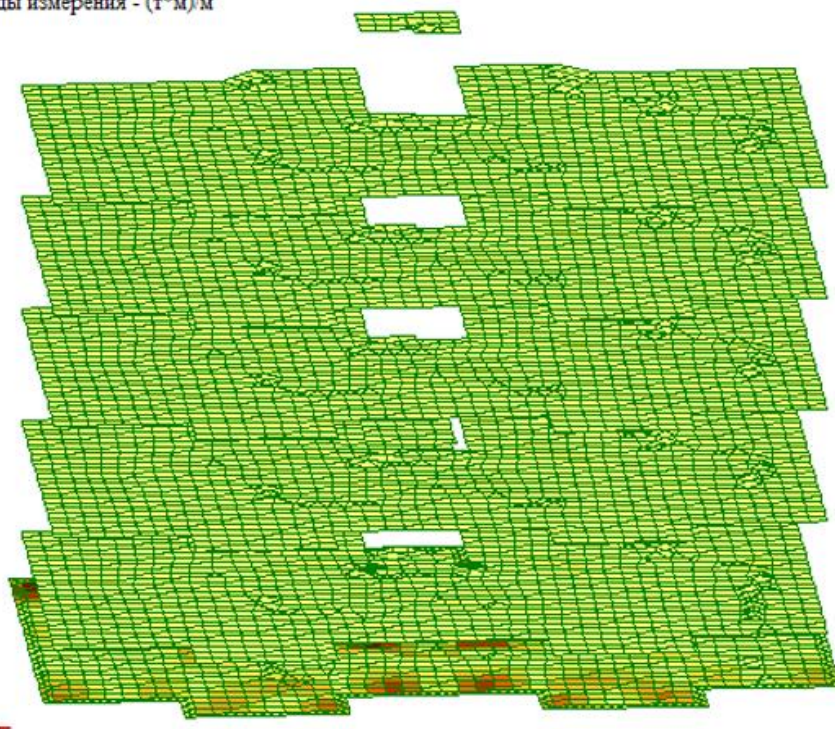
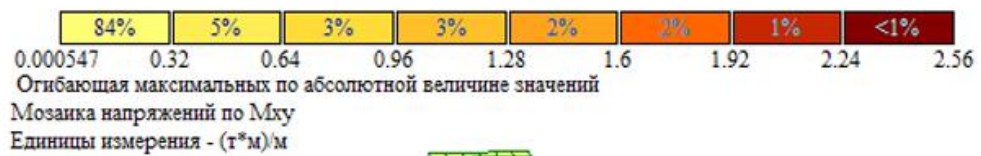


Рисунок 18 -
 Мозаика крутящих
 моментов M_{xy} в
 перекрытиях без
 учета λ стыков

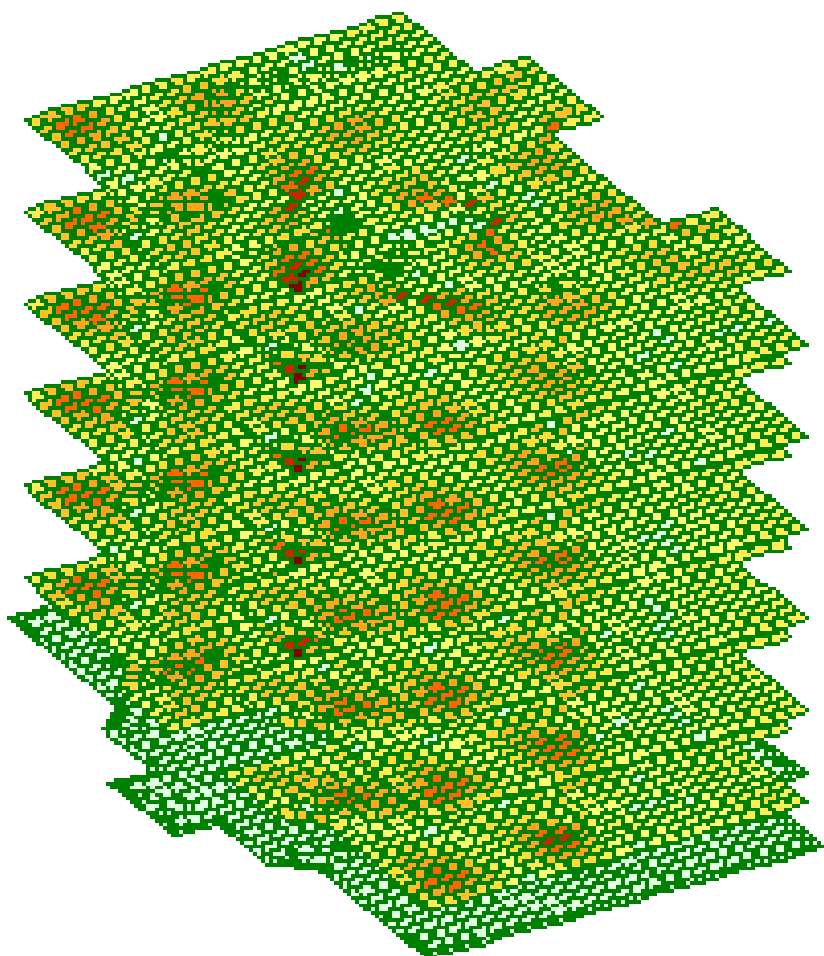


Рисунок 19 -
 Мозаика крутящих моментов
 M_{xy} в перекрытиях с учетом λ
 стыков

В результате был подтвержден тот факт, что податливость стыков крупнопанельных зданий влияет на распределение усилий.

Конечной целью проектирования любой железобетонной конструкцией, является подбор и проверка армирования элементов по двум группам предельных состояний.

Сделан подбор арматуры нижней и верхней сеток в двух направлениях. В нашем примере, вследствие симметрии, моменты по осям x и y одинаковые, поэтому выполняем расчет только двух сечений.

Результаты армирования в пластинах СП 63.13330.2012 (Вариант 1)
 Продольная арматура: см**2 (1 м) Поперечная: см**2 (1 м) Шир.трещин: мм

ГР	Элемент	AS1	AS2	AS3	AS4	ASW1	ASW2	Кратк.	Длит.
1 - Плита / h= 20.00 см/ Бетон B20/ Арматура: продольная Ax: A400, Ay: A400/ поперечная A240									
1	150	1	7.35	1	1.4				
1	150	1	7.35	1	1.4				
1	190	4.48	1	4.48	1				
1	190	4.48	1	4.48	1				

Таблица 1 – Результат армирования

Арматура в плите подбирается как для элемента с одиночным армированием, но исходя из конструктивного требования о том, что площадь арматур (верхней и нижней) должна быть не менее 0,1 процента от общего сечения, программа выдает минимально возможную площадь сечения арматуры – 1 кв. см. (см. таблицу 1).

Площадь сечения арматуры на приопорных участках:

$$A_{s_оп} = A_{s5d8} + A_{s5d12}$$

$$A_{s_оп} := \frac{\pi \cdot 0.8^2}{4} \cdot 5 + \frac{\pi \cdot 1.2^2}{4} \cdot 5 = 8.168$$

Площадь сечения арматуры в пролетной части плиты:

$$A_{s_пр} = A_{s5d8} + A_{s5d8}$$

$$A_{s_пр} := \frac{\pi \cdot 0.8^2}{4} \cdot 5 + \frac{\pi \cdot 0.8^2}{4} \cdot 5 = 5.027$$

Расчетные изгибающие моменты:

$$M_{пр} = 30.29 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_{оп} = 47.727 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Определяем высоту сжатой зоны (для полосы шириной 1 м):

$$x_{оп} := \frac{R_s \cdot A_{s_оп}}{R_b \cdot 100} = 2.486 \text{ см}$$

$$x_{пр} := \frac{R_s \cdot A_{s_пр}}{R_b \cdot 100} = 1.53 \text{ см}$$

Определяем по принятому армированию максимальные моменты, которые может воспринять арматура.

$$M_{\text{пр_факт}} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot x_{\text{пр}} \cdot (h_0 - 0.5x_{\text{пр}})}{10^5} \cdot 100 = 28.562$$

$$M_{\text{оп_факт}} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot x_{\text{оп}} \cdot (h_0 - 0.5x_{\text{оп}})}{10^5} \cdot 100 = 45.047 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

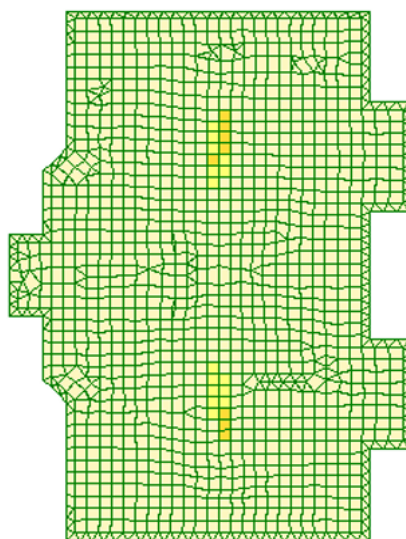
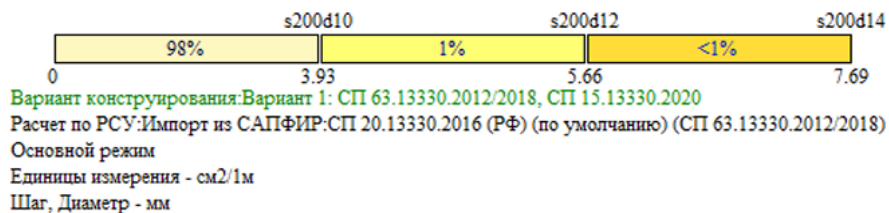
На опоре

$$K_{3_оп} := \frac{A_{sd8} + A_{sd12}}{A_{\text{расч_верхн}}} = 1.112$$

В пролете

$$K_{3_оп} := \frac{A_{sd8} + A_{sd8}}{A_{\text{расч_нижн}}} = 1.123$$

Результаты конструктивного расчета в ПК «Лири-САПР»



У

Рисунок 20 – Нижнее армирование плиты

Нижнюю сетку армирования принимаем с шагом 200x200 \varnothing 10. В местах усиления принимаем 200x200 \varnothing 14

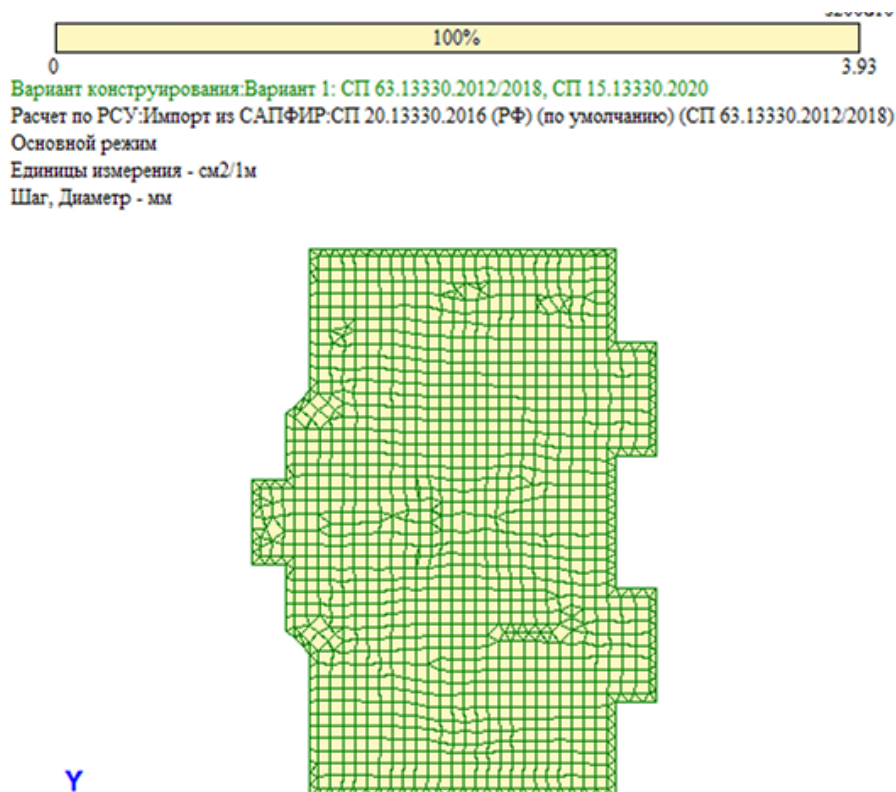


Рисунок 21 – Верхнее армирование плиты

Верхнюю сетку армирования принимаем с шагом 200x200 \varnothing 10. Исходя из полученных данных расчета в ПК «Лира-САПР» САПР, для обеспечения необходимой прочности конструкции фундаментной плиты конструктивно принимаем верхнюю продольную и поперечную арматуру d10A400 по ГОСТ 34028-2016 с шагом 200мм, нижнюю продольную и поперечную - d10A400 с шагом 200мм.

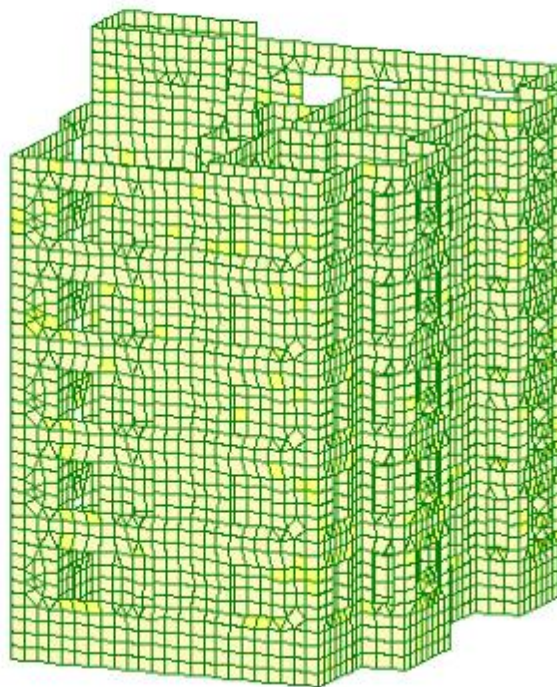
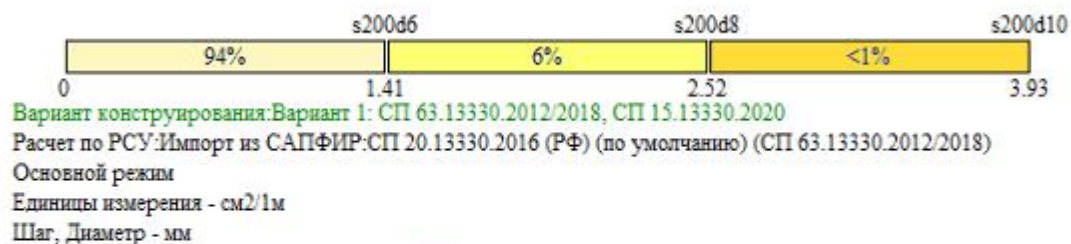


Рисунок 22 – Расчет усилий по РСУ

Исходя из полученных данных расчета в ПК «Лира-САПР» САПР, для обеспечения необходимой прочности бетонных наружных стен принимаем двойную арматурную сетку с шагом 200x200 d10A400 по ГОСТ 34028-2016. Защитный слой принять толщиной 30мм. Согласно СП 63.13330.2018

Выводы по диссертации

1. При выполнении расчетов зданий и сооружений использовать нормативные документы, которые являются обязательными к применению.

2. В работе рассмотрено три программных комплекса (ПК «Сапфир», ПК «Ли́ра-САПР», MathCad) подходящие для расчета простых и сложных зданий и сооружений на различный вид нагрузок;

3. В работе были рассмотрены основные конструктивные системы крупнопанельных зданий, анализ особенностей моделирования стыков, согласно СП 335.1325800.2017 «Свод правил. Крупнопанельные конструктивные системы»;

4. Рассмотрены специальные программные комплексы реализующие технологии информационного моделирования;

5. В рамках МД была разработана информационная модель в ПК «Ли́ра-САПР» и ПК «Сапфир», условно заданного крупнопанельного железобетонного здания;

6. На примере конструктивного расчета ж/б плиты, изучили методику расчета изгибаемых железобетонных элементов крупнопанельного здания в ПК «Ли́ра-САПР» и сделали поверку численных расчет в MathCad;

7. Сравнили результаты расчетов ж/б зданий с учетом и без учета податливости стыков. И пришли к выводу что податливость стыков играет важную роль в распределении усилий;

8. В конечном итоге произвели конструктивный расчет по подбору армирования ж/б элемента с контролем численных результатов в MathCad.

Можно с большой уверенностью сделать вывод, что в данной работе были рассмотрены основные вопросы, которые возникают в процессе проектирования крупнопанельных зданий и продемонстрированы технология и методика современных расчетных комплексов.