

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

"РАСЧЕТ МОНОЛИТНОГО Ж/Б КАРКАСА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ
С ПОМОЩЬЮ ПК САПФИР"

Методические указания
для выполнения курсовой работы
по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции»

Для студентов по направлению подготовки 08.03.01 "Строительство"
Профиль (направленность): «Проектирование зданий»

КАЗАНЬ 2015 г.

Составитель: К.А. Фабричная, Альтапов С.Р.

УДК 624.012

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине “Железобетонные и каменные конструкции” для студентов по направлению подготовки 08.03.01 “Строительство” (Проектирование зданий)/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет; Составитель К.А. Фабричная К.А., Альтапов С.Р., Казань, 2015. – 67 с.

Методические указания содержат указания и пример выполнения расчета с помощью ПК железобетонного каркаса многоэтажного жилого здания. Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине “Железобетонные и каменные конструкции”, а также могут быть использованы при выполнении ВКР.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры железобетонных и каменных конструкций КГАСА (протокол № ____ от “__” _____ 2015г.)

Илл.50; табл. 2.

©Фабричная К.А., 2015.

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Монолитный железобетон в настоящее время повсеместно используется в строительстве многоэтажных зданий, позволяя обеспечить свободную планировку помещений, выразительную форму планов здания, нерегулярный шаг несущих элементов. Каркасы многоэтажных зданий являются статически неопределимыми системами, поэтому деформации несущей системы и усилия в конструктивных элементах удобно оценивать с помощью программных комплексов, реализующих метод КЭ. Одним из таких широко распространенных комплексов является ПК ЛИРА-САПР, который содержит не только расчетный процессор, позволяющий выполнить статический и (или) динамический расчет, но и множество специализированных модулей, облегчающих создание расчетных моделей и конструирование с учетом использования различных материалов.

Исходные данные для выполнения проекта принимаются на основании выполненного проекта "Проектирование многоэтажного жилого здания" - геометрические характеристики секции, количество этажей, состав ограждающих конструкций, составы полов, типы перегородок, функциональное назначение этажей, примерные данные показаны на рис. 1.1

	Количество этажей	12
	Назначение общественных этажей	офисы
	Ограждающие конструкции:	керамический кирпич, утеплитель, вентфасад 250+100+60 мм
	Перегородки	-кирпичные, 250 и 120 мм
	Высота общественного этажа, мм	4,2
	Высота типового этажа, м	3,3
	Количество общественных этажей	2
	Наличие подземного этажа	есть
Высота подземного этажа, м	4,5	

Рис. 1.1 Исходные данные для выполнения проекта

Состав курсовой работы предполагает оформление пояснительной записки, включающей в себя следующие пункты:

- описание здания (тип здания, размеры, сечения и материалы

конструктивных элементов и т.д.)

- сбор нагрузок;
- описание расчетной модели,
- анализ результатов статического расчета здания,
- расчет и конструирование плиты перекрытия типового этажа
- расчет и конструирование наиболее нагруженной колонны,
- конструирование стены.

В графической части проекта разрабатываются:

- конструктивные решения плиты перекрытия типового этажа, включая опалубку, схемы основного и дополнительного армирования, характерные сечения, спецификации;
- конструктивные решения колонны и стены на отм. 0,000, включая схемы армирования, характерные сечения, эскизы деталей, спецификации.

1. ПРОГРАММА САПФИР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Программа САПФИР, построенная на базе мощного трехмерного параметрического ядра (САПФИР 3Д), представляет собой удобный инструмент, сочетающий возможности свободного формообразования в трехмерном пространстве и проработки конструкций на основе таких параметризованных элементов, как стена, колонна, перекрытие и т.д., которые поддерживаются системой документирования с поддержкой черчения на плоскости в соответствии с требованиями СПДС.



САПФИР объединяет архитектора и конструктора в работе над проектом благодаря реализованному в ней дуальному представлению модели, суть которого заключается в том, что архитектурная и аналитическая

модели обрабатываются совместно. При создании проекта из различных элементов здания, оперируя их архитектурными моделями, параллельно формируется и аналитическая модель. Это не требует никаких дополнительных усилий от пользователя, поскольку программа сама занимается актуализацией, синхронизацией и контролем корректности. На любом этапе можно переключить режим визуализации и увидеть аналитическое представление. Можно выделить несколько конструктивных элементов и визуально сопоставить оба представления модели на одном наглядном изображении. Более того, можно импортировать сетку конечных элементов из ПК ЛИРА и, переключая видимость объектов, производить визуальную верификацию адекватности расчетной схемы.

Архитектурная модель используется для визуализации и документирования проекта, обеспечивает построение планов, фасадов и разрезов, получение чертежей. Фрагменты архитектурной модели могут применяться в качестве основы для формирования чертежей узлов. Поскольку изображения проектируемого объекта во всех видах получаются на основе единой трехмерной модели, обеспечивается естественная синхронизация видов. Все изменения, которые внесены в конструкцию на каком-либо изображении, автоматически отражаются на всех остальных проекциях. Такой подход исключает механические ошибки и любые несоответствия между планами этажей, разрезами и другими изображениями.

Аналитическая модель передается в программный комплекс ЛИРА в качестве геометрической основы для формирования расчетной схемы и последующего анализа напряженно-деформированного состояния конструкции.

Программа САПФИР предоставляет средства для работы с библиотекой материалов, в которой имеются бетон, сталь, кирпич, стекло и т.д., а также многослойные материалы. Для каждого материала в библиотеке указаны визуальные характеристики и физико-механические свойства. Визуализация осуществляется с использованием палитры цветов и текстур.

Предусмотрены инструменты для редактирования палитры, импорта текстур и создания новых цветов. На планах этажей и в сечениях материалы автоматически обозначаются штриховками в соответствии ГОСТ 2.30668, что освобождает проектировщика от ряда рутинных операций. Многослойные материалы соответствующим образом отображаются на планах. На пересечениях и стыках участков стен учитываются приоритеты материалов, в том числе присутствующих в составе многослойных конструкций. При построении аналитической модели автоматически определяется положение несущего слоя.

Построение элементов модели проектируемого здания производится графическими средствами на наглядных изображениях. При этом получается полностью параметризованная модель. В специальных окнах САПФИР показывает структуру модели, предоставляет доступ к каждому ее элементу и параметру. Используя окно «Структура проекта», проектировщик может выбирать требуемые элементы для редактирования, подсвечивать их или скрывать, делая невидимыми. В любой момент на любом этапе можно изменить параметр, например высоту этажа или толщину стены, и это немедленно приведет к оперативному перестроению моделей. Вносимые изменения «на лету» отражаются на всех видах и даже на чертежах. Такая параметризация способствует высокой вариативности моделей, провоцирует многовариантное проектирование, облегчает творческий поиск оптимальных решений.

Аккуратность моделей достигается за счет высокой точности построений. При этом проектировщику помогают интеллектуальные механизмы позиционирования локатора ввода точек в трехмерном пространстве. Программа следит за движениями мыши и будто угадывает желание пользователя построить перпендикуляр или касательную. На экране появляются «магнитные» линии, вдоль которых локатор может скользить, как по линейке. Стоит задержать курсор на несколько мгновений над изображением элемента на любой проекции, как программа подсвечивает

точки позиционирования, а кроме того, опционно может отображаться оперативная информация об элементе. Для позиционирования могут также использоваться традиционные в строительстве прямоугольные и радиальные сетки координационных осей, автоматически обозначаемые на планах этажей в соответствии с ГОСТ 21.10197.

Мощные инструменты редактирования позволяют переносить и поворачивать элементы, а также корректировать их форму. Можно превращать прямолинейные участки стен или контуров плит в дугообразные, менять радиус кривизны, добавлять промежуточные вершины. Всё это делается графическими средствами легко, просто и наглядно. Реализована возможность построения эквидистант и выполнения симметрии. Для синтеза формы, в частности, используются тела вращения и гиперболические параболоиды. Созданные ранее объекты доступны затем для редактирования на любом последующем этапе. Чтобы изменить форму, достаточно задать другие значения параметров в диалоге или просто подвигать контрольные точки при помощи мыши. Для ввода точных координат в числовой форме всегда доступно специальное окно, куда данные мгновенно «влетают», стоит только прикоснуться к цифровой клавиатуре.

При построении и редактировании стен они автоматически стыкуются друг с другом. Можно отключить автоматическую стыковку. Можно выполнять стыковку и подрезку стен в полуавтоматическом и ручном режиме. Выполняется также подрезка стен по крышам и крыш по крышам. Подрезки автоматически корректируются в динамике при переносе объектов или редактировании их формы.

Моделирование окон и дверей осуществляется на базе библиотеки параметрических объектов. Наглядно происходит выбор типа проема, затем, при определении параметров, можно моделировать различное количество створок, отливы, подоконники, четверти на планах, направление открывания и привязку к поверхности стены или крыши. Размещение проемов

происходит графически: нужно только указать место на стене или на скате кровли.

Моделирование балок и колонн происходит с использованием библиотеки параметрических сечений, маркировка которых и набор параметров полностью соответствуют железобетонным профилям, представленным в ПК ЛИРА 9.6. Размещаемые колонны могут автоматически ориентироваться по координационным осям и другим предварительно прочерченным линиям, в том числе радиальным.

В процессе создания этажей можно тиражировать элементы, ранее созданные на других этажах. При этом действуют фильтры по типам элементов. Можно отметить несколько одиночных элементов или группы по типам и скопировать их на другой этаж. При работе с планом этажа можно применять изображение плана другого этажа в качестве подложки. Цвета подложки, фона, метрической сетки, отдельных элементов и их групп по типам настраиваются пользователем.

Для оформления листов чертежей используются сценарии, автоматически формирующие рамку и основные надписи нескольких типов согласно ГОСТ 2.10468. Проект может включать несколько листов чертежей. На каждом листе может быть размещено несколько видов, каждый в своем масштабе. Независимо от масштаба видов текстовые обозначения, размеры и надписи на чертежах наносятся шрифтом заданной высоты, штриховки делаются с установленным шагом. При выводе чертежей на печать толщина основных, тонких и разомкнутых линий определяется предварительными настройками. Значения, принятые по умолчанию, соответствуют требованиям ЕСКД.

Возможности подсистемы САПФИР-КОНСТРУКЦИИ

- Обеспечивает синтез расчетной схемы на основе пространственной информационной модели, представленной в САПФИР-3D. Созданная в САПФИР-КОНСТРУКЦИИ расчетная схема далее рассчитывается и конструируется средствами ЛИРА-САПР.

- Позволяет осуществить импорт 3D и 2D моделей, созданных в других графических программах: Revit, AutoCAD, Allplan, Tekla, ArchiCAD и др.
- Позволяет синтезировать и редактировать конечно-элементные модели конструктивных схем, задавать статические нагрузки, материалы, условия опирания.

Создание расчетной схемы

Создание расчетной схемы осуществляется непосредственно из пространственной информационной модели архитектурного объекта, которая отображается в виде подложки, позволяя таким образом контролировать соответствие создаваемой расчетной схемы и исходной модели.

Расчетная схема может быть создана, как из конструктивных элементов: стен, перекрытий, балок, колонн, так и синтезирована из совершенно произвольных архитектурных форм. В последнем случае может быть выполнено автоматическое распознавание поперечных сечений и осей стержней, а также срединных плоскостей и толщин пластин.

Широкий набор инструментов

Для обеспечения высокого качества создаваемых конечно-элементных сеток в распоряжении конструктора имеется широкий набор инструментов:

- Интерактивные графические инструменты, позволяющие рассекать пластины и стержни, например, с целью назначить на их фрагмент другое поперечное сечение, инструменты коррекции вертикальности, горизонтальности и компланарности элементов.
- Инструменты для обеспечения совместности конечно-элементных сеток пересекающихся элементов и автоматического поиска таких пересечений.
- Автоматические инструменты для обеспечения качества конечно-элементных сеток в местах пересечений: дотягивание или усечение осей стержней и контуров пластин в местах пересечения.

Абсолютно жесткие тела (АЖТ)

Для повышения качества расчётной схемы предусмотрена опция автоматического создания АЖТ.

- При пересечении стержней с пластинами автоматически создаётся АЖТ на пластине по форме поперечного сечения стержня.
- При пересечении пластин с пластинами автоматически создаются АЖТ на пересекаемой пластине по толщине пересекающей пластины.

Контуров продавливания

Автоматически задаются контуры продавливания с учетом сечений примыкающих колонн, близлежащих отверстий и контура перекрытия.

Работа с конечно-элементными сетками

Библиотека автоматических генераторов конечно-элементных сеток, реализующих различные алгоритмы:

- треугольный для высококачественной аппроксимации криволинейных поверхностей;
- с максимальным числом четырехугольных конечных элементов и улучшенной аппроксимацией в пролетных зонах;
- с максимальным числом четырехугольных конечных элементов и улучшенной аппроксимацией в приопорных зонах.

Для каждого элемента расчетной схемы можно индивидуально выбрать алгоритм и настроить параметры генерации его конечно-элементной сетки либо использовать алгоритм, принятый по умолчанию для всей расчетной схемы.

Инструменты ручного управления качеством конечно-элементных сеток позволяют задать точки и сегменты, через которые должны обязательно пройти соответственно вершины и ребра конечно-элементных сеток, а также графически создавать и редактировать контуры пластин и осевые линии стержней расчетной схемы.

Условия опирания

Условия опирания можно задавать по линиям, по группам или отдельным узлам. По линиям можно задавать цилиндрические шарниры, шарнирные опирания с учетом эксцентриситета, свободные опирания, опирания в виде полного защемления и др.

Нагрузки и воздействия

- Создание и редактирование сил и моментов, сосредоточенных и распределенных по линии и по площади. Нагрузки задаются на произвольных поверхностях без привязки к конечно-элементной модели. Линии и контуры приложения нагрузок редактируются графически.
- Автоматический сбор нагрузок (равномерно-распределенных) от собственного веса элементов конструкции. Учитываются материалы и сечения конструктивных элементов.
- Автоматическое формирование эксплуатационных нагрузок от помещений, предусмотренного архитектурным проектом, а также нагрузок от собственного веса стен и перегородок, не являющихся несущими. Учитывается реальный объем стен за вычетом оконных, дверных и прочих проемов.
- Нагрузка на плиту перекрытия может задаваться в виде редактируемых штампов произвольной конфигурации несовпадающих с конечно-элементной сеткой.
- Автоматическое моделирование нагрузки от статического ветра по СНиП «Нагрузки и воздействия» и по ДБН

Возможности подсистемы САПФИР-ЖБК- конструирование железобетонных конструкций

Система позволяет выполнить конструирование и получить рабочие чертежи армирования, спецификацию арматуры, ведомость расхода стали и ведомость деталей для плит перекрытий, диафрагм, колонн и балок. Конструирование осуществляется в автоматизированном режиме

интерактивными графическими методами на основе результатов расчёта армирования, представленных в виде изополей или мозаик площади арматуры. Обеспечивается обозначение основного (фоновое) армирования и участков раскладки стержней дополнительной арматуры, с указанием их параметров, привязки и примечаний, расчёт анкеровки и учёт перерасхода на перепуск.

САПФИР-ЖБК импортирует результаты расчёта армирования из ПК ЛИРА-САПР и показывает изополя и мозаики армирования в качестве фона для конструируемой плиты перекрытия. Осуществляется настройка шкалы представления результатов и выбор основной арматуры, при этом автоматически изменяются пятна изополей. На фоне изополей конструктор размещает участки дополнительного армирования.

Программа позволяет получить картину недоармирования плиты в виде мозаики. При графическом редактировании дополнительной арматуры мозаика недоармирования изменяется.

Спецификация арматуры предусматривает возможности унификации позиций, при этом пользователю сообщается цена каждого шага унификации в смысле перерасхода арматуры.

Автоматически формируются листы чертежей – схемы расположения арматуры. На листе опционно могут быть дополнительно размещены: спецификация арматуры, ведомость деталей, ведомость расхода стали.

Использование программы САПФИР позволяет студенту наглядно представить объемную несущую систему здания, понять как распределяются нагрузки, как на результаты расчета влияет изменение геометрии или нагрузок, а так же получить наглядное отображение конструирования элементов, от плоских схем и сечений вплоть до трехмерных моделей армирования конструкций.

2. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ, СБОР НАГРУЗОК

2.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ЗДАНИЯ

Выполняется в свободной форме и должна включать:

- 1) общие сведения об объемно-планировочных решениях здания, его этажности, общей высоте, высоте и назначении этажей, для многосекционного здания показана компоновочная схема с выделением рассчитываемой секции (рис.2.1)
- 2) предварительные сечения и материалы элементов каркаса
- 3) состав ограждающих конструкций.
- 4) типы межквартирных и внутриквартирных перегородок
- 5) характеристики района строительства

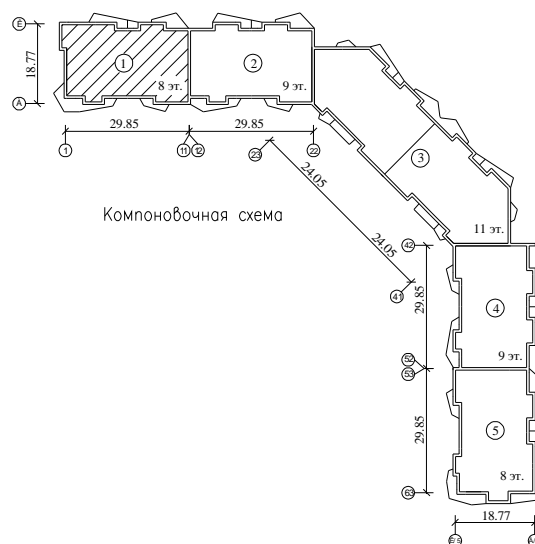


Рис. 2.1. Компоновочная схема с выделением рассчитываемой секции

2.2 СБОР НАГРУЗОК

Определяются равномерно распределенные и линейные (от ограждающих конструкций и межквартирных перегородок) нагрузки на поверхность и контуры плит, а так же параметры ветрового давления.

Для расчета по несущей способности определяется величина расчетной нагрузки, которая равна произведению нормативной нагрузки на коэффициент надежности по нагрузке, а для оценки деформаций - нормативные значения. При определении нормативных и расчетных

значений нагрузок необходимо руководствоваться указаниями СП “Нагрузки и воздействия”[2]. Перевод нормативных значений нагрузок в расчетные производится умножением на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , [2].

Подсчет нагрузок на покрытия производится в табличной форме (табл.2.1), единицы измерения в соответствии с системой СИ (кН/м и кН/м²).

Отдельной строчкой выделяем значения, прикладываемые в программном комплексе (собственный вес плит учитывается автоматически по заданным жесткостям материалов).

Табл. 2.1 Нагрузки на плиты каркаса

№	Наименование	Толщ t, мм	Плотность ρ , кН/м ³	Нормативна я	Коэфф. надежн. γ_f	Расчетная нагрузк
1	2	3	4	5	6	7
Постоянные нагрузки, кН/м²						
Нагрузки на перекрытия						
Перекрытиенаотм.-1.300; +2.700						
1	Железобетонная плита	220	25	5,5	1.1	6,05
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора	20	18	0,36	1.3	0,46
3	Керамическая плитка	10	24	0,24	1.3	0,31
	Итого			6,1		7,83
	Для ПК Лира			0,60		0,78
Перекрытие наотм.+6.300...+21.300						
1	Железобетонная плита	220	25	5,5	1.1	6,05
2	Стяжка из цементно-песчаного раствора	20	18	0,36	1.3	0,46
3	Линолеум			0,13	1.3	0,17
	Итого			5,99		6,68
	Для ПК Лира			0,49		0,64
Покрывтене наотм.+24.300						
1	Железобетоннаяплита	220	25	550	1.1	605
2	УтеплительПеноплекс	200	0,1	0,021	1.3	2,73
3	Керамзит	150	6	0,90	1.3	117
4	Стяжка из цементно-песчаного раствора	40	18	0,72	1.3	93.6
5	Гидроизоляция	4		0,05	1.3	6.5
	Итого			7,19		8,25
	Для ПК Лира			1,69		2,19
Нагрузки на перекрытия от перегородок, кН/м.п.						
Перекрытиенаотм.+6.300...+21.300 (H=2800mm)						
1	Перегородка -ячеистый блок	200	8	4,48	1.3	5,84
2	Перегородка -ячеистый блок	100	6	1,68	1.3	2,18
Нагрузки на перекрытия от наружного заполнения стен, кН/м.п.						
Стенынаотм.-1.300; +2.700 (H=3400mm)						

1	Кирпичная кладка	250	18	15,30	1.3	19,89
2	Утеплитель Rockwool)	150	0,35	0,18	1.3	0,23
3	Кирпичная кладка	120	18	7,34	1.3	9,55
	Итого			22,82	1.3	29,67
Стенынаотм.+6.300...+21.300 (H=2800mm)						
1	Кирпичная кладка	250	18	12,60	1.3	16,38
2	Утеплитель Rockwool	150	0,35	0,15	1.3	0,19
3	Кирпичная кладка	120	18	6,05	1.3	7,86
	Итого			18,79	1.3	24,43
Парапет(H=1520mm)						
1	Кирпичная кладка	250	18	6,84	1.3	8,89
2	Утеплитель Rockwool	80	0,35	0,42	1.3	0,55
3	Кирпичная кладка	-	18	0,30	1.3	0,39
	Итого			7,16	1.3	9,34
Временные нагрузки кН/м²						
Нагрузки на перекрытия						
1	Подземная автостоянка			4,0	1.2	4,8
2	Общественные помещения (офисы)			2,0	1.2	2,4
3	Жилые помещения			1,5	1.3	1,95
4	Лоджии			2,0	1.2	2,4
5	Коридоры и лестницы			3,0	1.2	3,6
6	Нагрузки от внутренних перегородок			0,5	1,3	0,65
Нагрузки на плиты покрытия						
	Равномерно распределенная нагрузка	-	-	0,5	1.3	0,65
	Снеговая	-	-	2	1.4	2,8
	Итого	-	-	2,5		3,45

Снеговая нагрузка может быть снижена, с учетом сноса ветром по указаниям СП

Нагрузки от внутренних перегородок могут быть приняты исходя из минимальных требований СП, более точно можно определить значение эквивалентной нагрузки - учитывается толщина, общая длина и материал перегородок каждого типа, общий вес которых делится на площадь этажа (для жилого этажа достовернее делить на общую площадь квартир).

Для ограждающих конструкций желательно привести коэффициент проемности, что бы не перегружать контур плит перекрытия.

Ветровые нагрузки определяются в ПК Сапфир автоматически, для чего необходимо задать следующие условия:

ветровой район ;

тип местности ;

тип сооружения;

схему направления ветрового давления (с учетом осей ПК САПФИР)

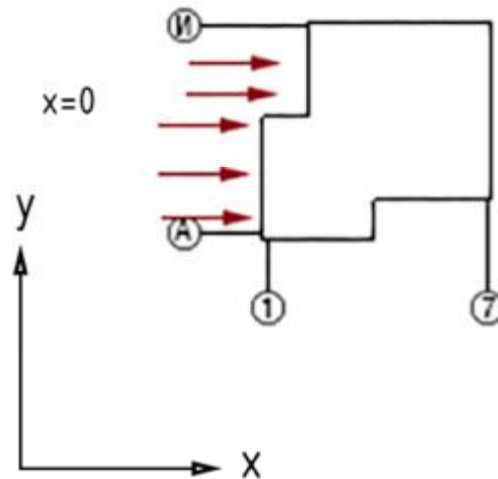


Рис. 2.2. Схема приложения ветровой нагрузки

Величина ветрового давления по высоте здания (в уровне перекрытий) может быть представлена в виде таблицы (табл.2.2)

Табл. 2.2 Значение ветрового давления

Высота, м	Наветренная поверхность		Подветренная поверхность	
	Нормативная нагрузка, кПа	Расчетная нагрузка, кПа	Нормативная нагрузка, кПа	Расчетная нагрузка, кПа
0	0,12	0,168	-0,0899	-0,126
4,2	0,12	0,168	-0,0899	-0,126
8,1	0,125	0,175	-0,093	-0,131
12,0	0,129	0,18	-0,097	-0,135
15,3	0,13	0,187	-0,10	-0,14
18,6	0,136	0,19	-0,102	-0,143
21,9	0,142	0,199	-0,105	-0,147
25,2	0,144	0,20	-0,108	-0,150
28,5	0,149	0,208	-0,11	-0,151
31,8	0,152	0,213	-0,114	-0,154
35,1	0,154	0,215	-0,116	-0,16
38,4	0,157	0,22	-0,119	-0,166
41,7	0,158	0,222	-0,121	-0,17
45,0	0,160	0,224	-0,124	-0,174

Результаты сбора нагрузок оформляются в виде расчетной схемы, выполняемой на базе поперечного разреза, рис. 2.3.

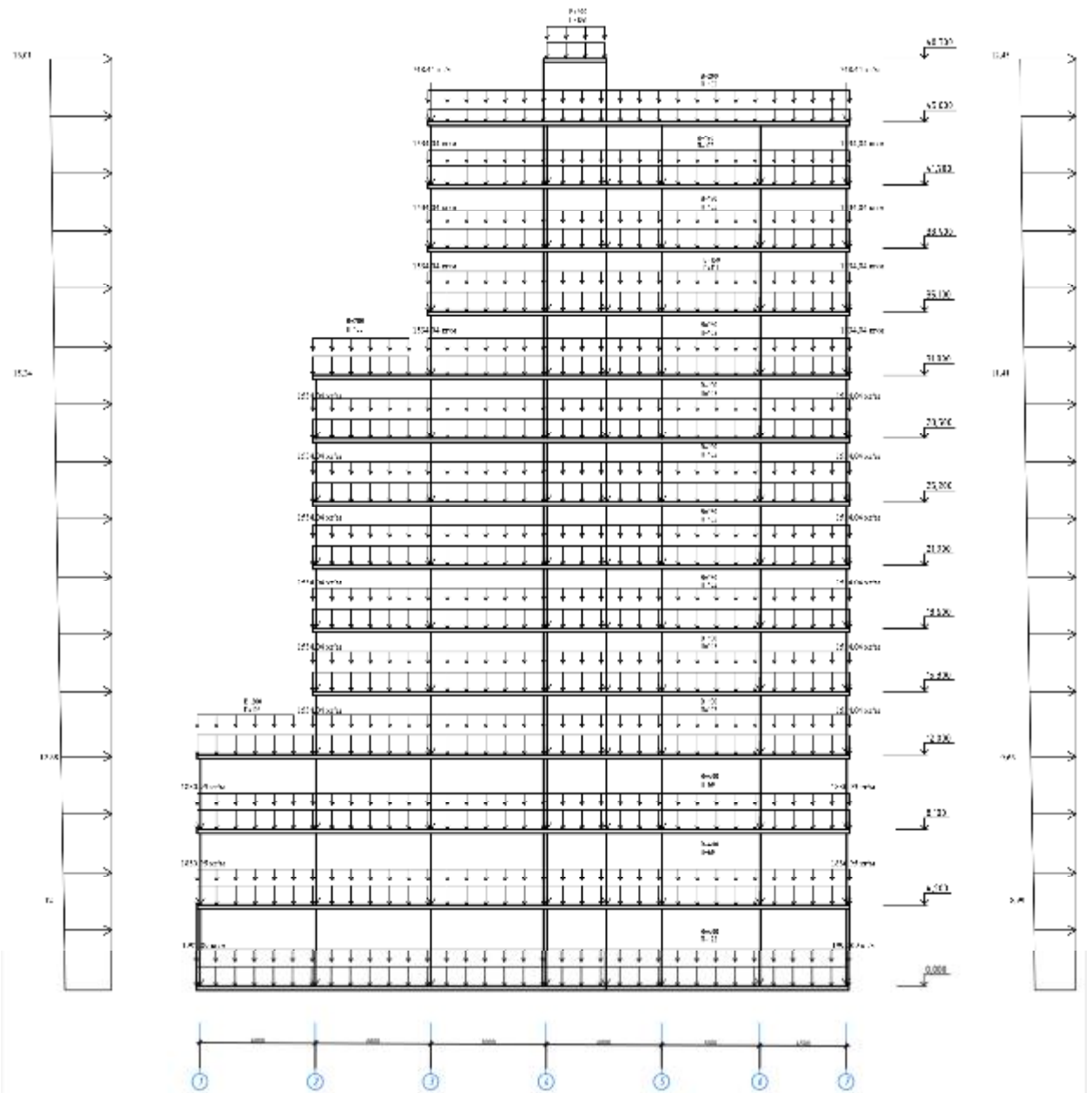


Рис. 2.3. Расчетная схема каркаса

3. РАСЧЕТ КАРКАСА ЗДАНИЯ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ И СТЕНЫ ЖЕСТКОСТИ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМ

САФИР-КОНСТРУКЦИИ И САФИР-ЖБК

3.1 СОЗДАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ МОДЕЛИ КАРКАСА В СИСТЕМЕ САФИР 3Д

План типового этажа с расположением несущих элементов каркаса показан на рис. 3.1. Высота типового этажа 3 м. Количество этажей 8.

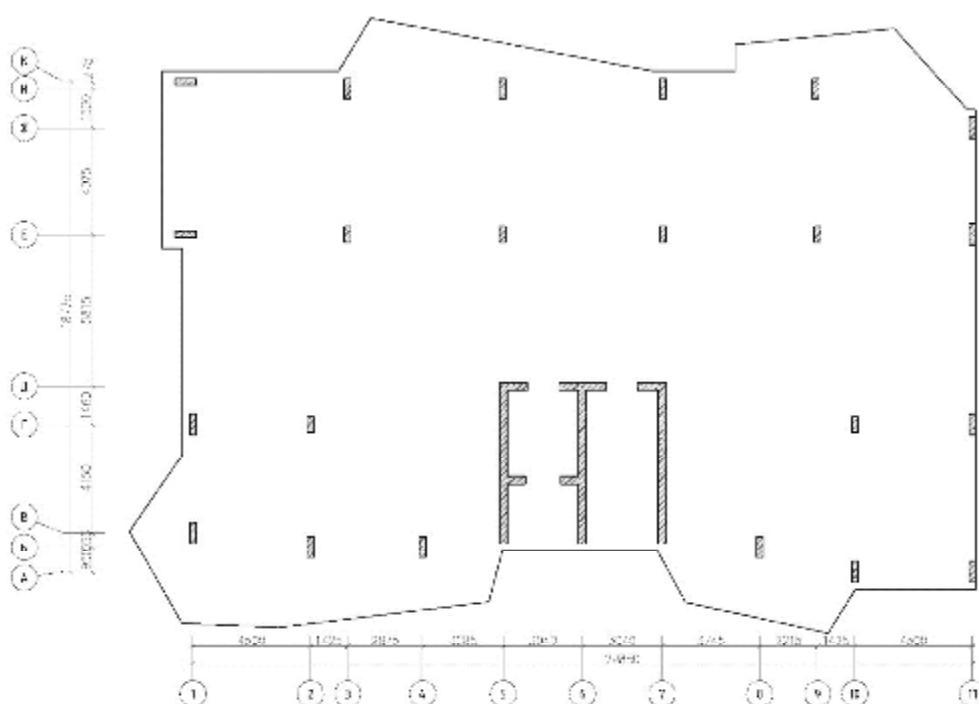


Рис. 3.1. Схема расположения несущих элементов

Размеры сечения колон: 300x300мм, 250x600мм, 250x800мм Толщина плиты перекрытия – 220мм. Толщина фундаментной плиты -600мм. Толщина стен – 250мм. Материал элементов: колонны, плиты перекрытий и фундаментная плита – железобетон В25.

Нагрузки предполагается задать в виде 4 -х загрузений:

- Загрузка 1 – постоянная нагрузка: нагрузка от ограждающих стен – постоянная равномерно-распределенная полинии, приложенная на плиты перекрытия по всем этажам; нагрузка от перегородки – постоянная

равномерно-распределенная по линии, приложенная на плиты перекрытия по всем этажам; нагрузка конструкций пола – постоянная равномерно-распределенная по площади, приложенная на плиты перекрытия по всем этажам; нагрузка от конструкций покрытия – постоянная равномерно-распределенная по площади, приложенная на плиту покрытия.

- Загрузка 2 – временная длительная нагрузка: полезная нагрузка на плиты перекрытия.
- Загрузка 3 – снеговая нагрузка.
- Загрузка 4 – ветровая нагрузка.

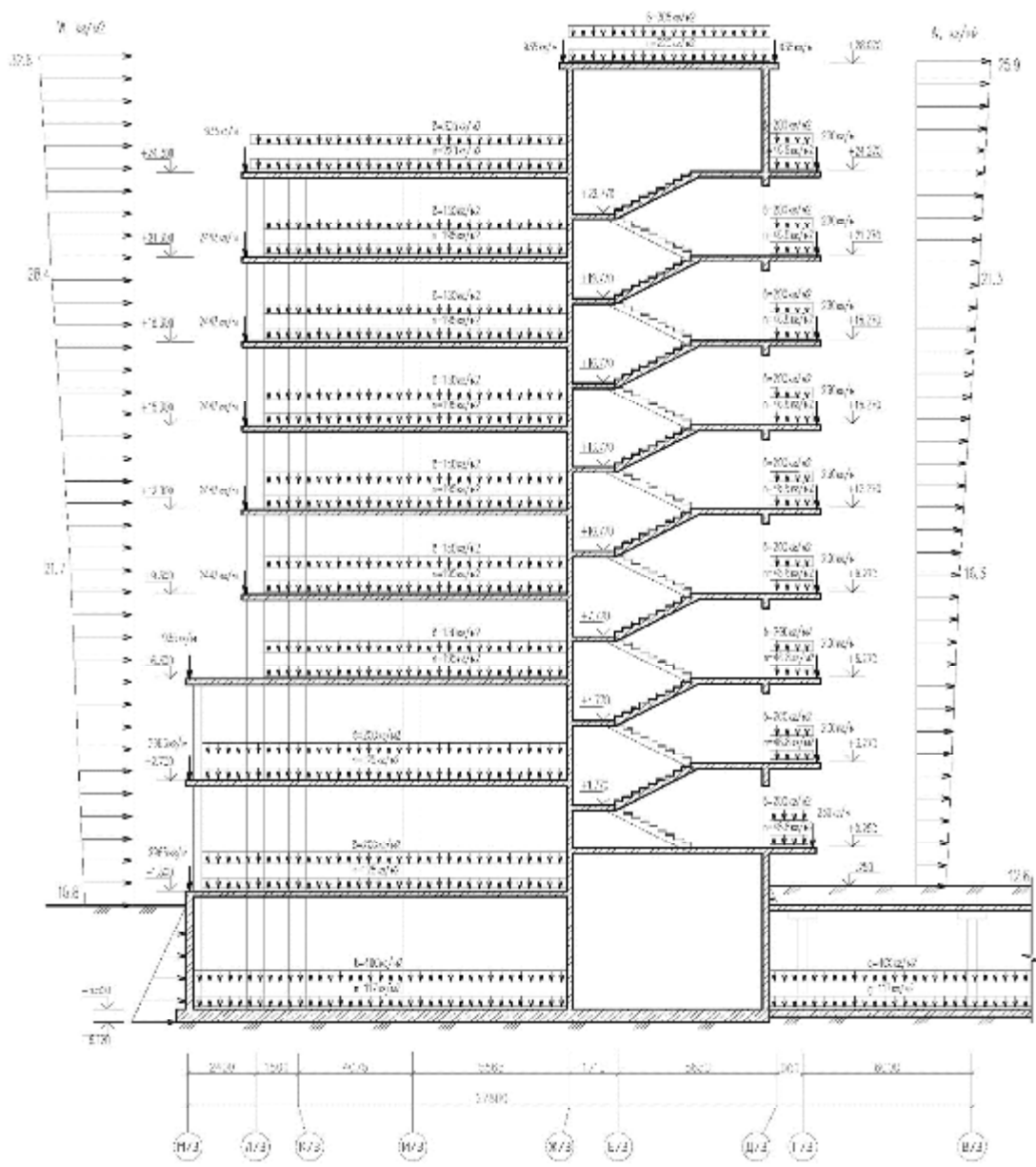



Рис. 3.2. Расчетная схема каркаса

Для того чтобы начать работу с ПК САПФИР, выполните следующие команды Windows:

Пуск → Программы → LIRA SAPR → САПФИР.

Этап 1. Создание нового проекта и настройка его свойств

▶ Для создания нового проекта выполните пункт меню **Файл → Новый** ( кнопка на панели инструментов).

Задание имени проекта

▶ Чтобы сразу же определить название проекта, сохраните вновь созданный документ в файл с заданным именем с помощью меню **Файл → Сохранить как**.


▶ В появившемся диалоговом окне **Сохранить как** задайте:

- имя файла;
- папку, в которую будет сохранена эта задача (рекомендуется выбирать папку –

Data, находящуюся по указанному Вами пути сохранения исходных данных ПК ЛИРА-САПР).

▶ Щелкните по кнопке **Сохранить**.

Визуализация рабочего пространства

▶ Для настройки визуализации рабочего пространства воспользуйтесь меню **Настройки → Визуализация...** (кнопка  - **Настройки визуализации** на панели инструментов)

▶ В открывшемся диалоговом окне **Настройки визуализации** следует задать следующие характеристики (рис.3.3):

- установите флажок для метрической сетки – **Только в 1-ом квадранте**;
- задайте кол-во ячеек – **20**.

▶ После этого щелкните по кнопке **Подтвердить**, чтобы закрыть диалоговое окно и применить сделанные изменения.

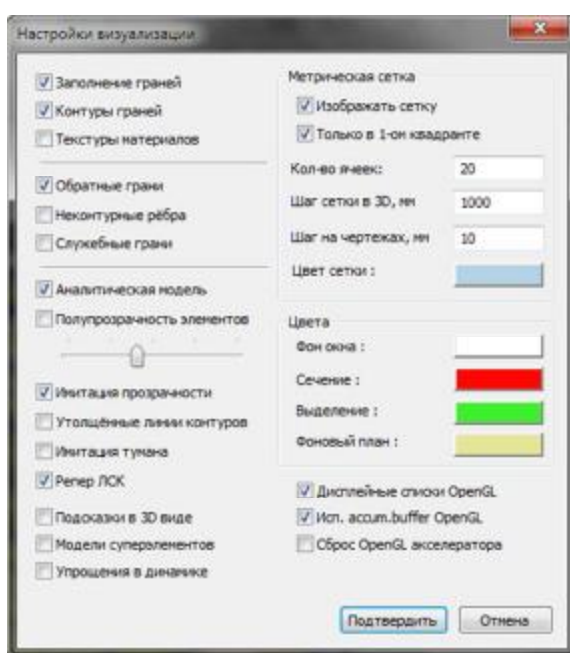




Рис. 3.3 Диалоговое окно **Настройки визуализации**

Этап 2. Создание здания, этажа

Создание здания

- ▶ Для создания нового здания воспользуйтесь меню **Создать** → **Здание..** (кнопка  в служебном окне **Структура** в правой части рабочего пространства)
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Создать новое здание**, щелкните по кнопке **ОК**. В служебном окне **Структура** отобразится созданное здание с наименованием **Здание 1**.

Создание этажа

- ▶ Для создания нового этажа воспользуйтесь меню **Создать** → **Этаж..** (кнопка  в служебном окне **Структура** в правой части рабочего пространства).
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Создать новый этаж**, измените такие параметры:
 - Высота этажа, мм
- ▶ Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.



Здание и этаж создаются автоматически после того как в графическом пространстве модели был создан первый объект.

Этап 3. Создание координационных осей

Создание прямоугольной сетки в осях 1–11 и А–К

- ▶ С помощью пункта меню **Создать** → **Координационные оси** вызовите диалоговое окно **Координационные оси** (рис.3. 4).

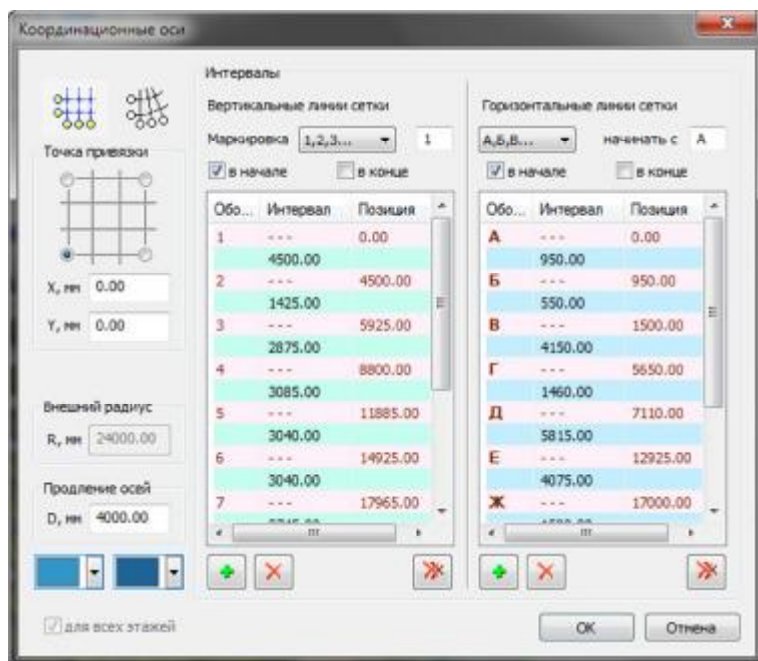




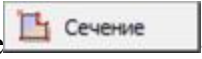
Рис. 3.4. Диалоговое окно **Координационные оси**

- ▶ В этом диалоговом окне задайте следующие параметры:

- выберите тип сетки – **Прямоугольная сетка осей** (по умолчанию левый нижний угол указан как точка привязки; координаты точки привязки – $X = 0$ мм, $Y = 0$ мм);
 - задайте продление осей $D=4000$ мм;
 - щелкните по кнопке  - **Добавить интервал** в поле для вертикальных линий сетки;
 - выделите значение в столбце **Интервал** и измените его на 4500;
 - добавьте таким способом все интервалы между вертикальными линиями сетки (маркировка вертикальных линий выполняется арабскими цифрами 1,2,3...).
Результирующие позиции осей высчитываются автоматически;
 - выберите для горизонтальных линий сетки из раскрывающегося списка маркировку **A, B, B...**
 - задайте интервалы между горизонтальными линиями сетки. Результирующие позиции осей высчитываются автоматически.
- ▶ После этого щелкните по кнопке **ОК** (в результате в графическом окне получаем изображение прямоугольной сетки координатных осей).

Этап 4. Создание колонн

Создание колонн

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Колонна** (кнопка  на панели **Инструменты**).
- ▶ Чтобы задать материал для колонн в группе **Материал** откройте раскрывающийся список и выберите строку **Бетон Б25** (после закрытия списка строка **Бетон Б25** демонстрируется в окне группы **Материал**, обеспечивая индикацию названия текущего выбранного материала).
- ▶ Для назначения сечения колонны щелкните по кнопке  - **Сечение** на панели свойств инструмента **Колонна**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Параметры сечения** (рис.3.5) задайте следующие параметры:
- в списке типов сечений выберите тип **Прямоугольник(S0)**;
 - задайте параметр $b=250$ мм;
 - задайте параметр $h=800$ мм
- ▶ Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.



Если учет будет вестись без учета податливости грунтов оснований на данном этапе закрепите перемещения и повороты низа колонн (имитация жесткой заделки в фундамент), а фундаментную плиту или ростверки моделировать нет необходимости.

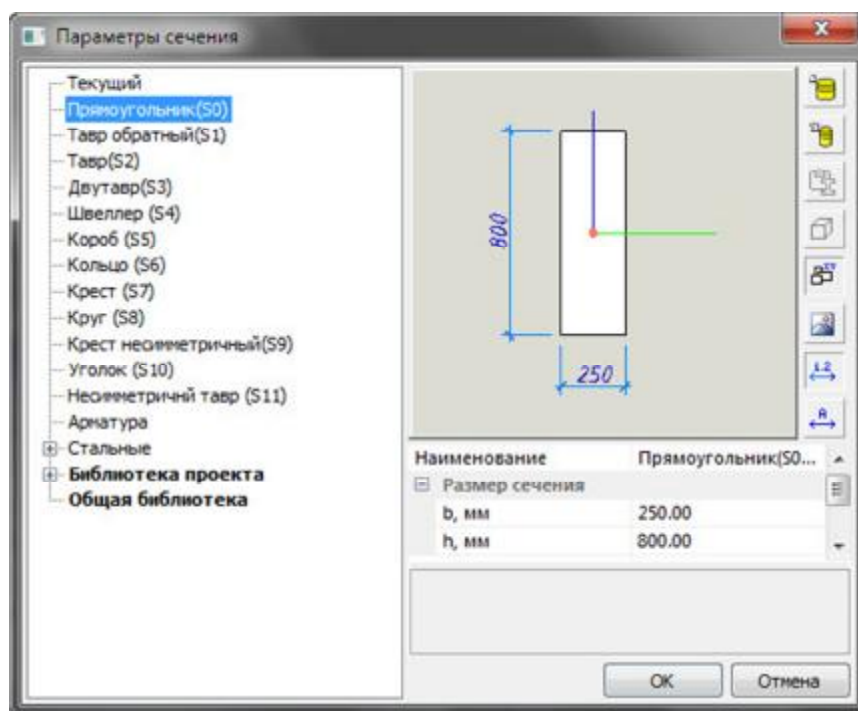






Рис. 3.5. Диалоговое окно **Параметры сечения**

- ▶ Для автоматической генерации АЖТ в теле плиты по контуру сечения колонны щелкните по кнопке  **параметры** - **Параметры** на панели свойств инструмента **Колонна**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Параметры создаваемого объекта** выделите строку **Формировать АЖТ** и установите для нее значение **Да**.
- ▶ Щелкните по кнопке **Применить**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.
- ▶ Расположите колонны в нужных осях (рис.6).

Этап 5. Создание стен

Создание стен для лестничной клетки

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Стена** (кнопка  **Стена** на панели **Инструменты**).
- ▶ Чтобы задать материал для стен в группе **Материал** разверните раскрывающийся список и выберите строку **Бетон Б25**.
- ▶ В окне редактирования **Толщина** задайте толщину стены равную **250** мм и подтвердите ввод, нажав клавишу **Enter** на клавиатуре.
- ▶ Проконтролируйте значения других параметров, принятых по умолчанию: **уровень основания** – 0; **наклон** – 0; **верхняя отметка** – 0 от верха этажа, **привязка** – по оси.
- ▶ Выберите способ построения  - **Прямоугольник**.
- ▶ Для автоматической генерации АЖТ в теле плиты по толщине стены щелкните по кнопке  **параметры** на панели свойств инструмента **Стена**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Параметры создаваемого объекта** выделите строку **Формировать АЖТ** и установите для нее значение **Да**.
- ▶ Щелкните по кнопке **Применить**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.



Если учет будет вестись без учета податливости грунтов оснований на данном этапе закрепите перемещения и повороты низа стен (имитация жесткой заделки в фундамент).

- ▶ Выполните построение ядра жесткости, последовательно вводя пару точек (рис.6).

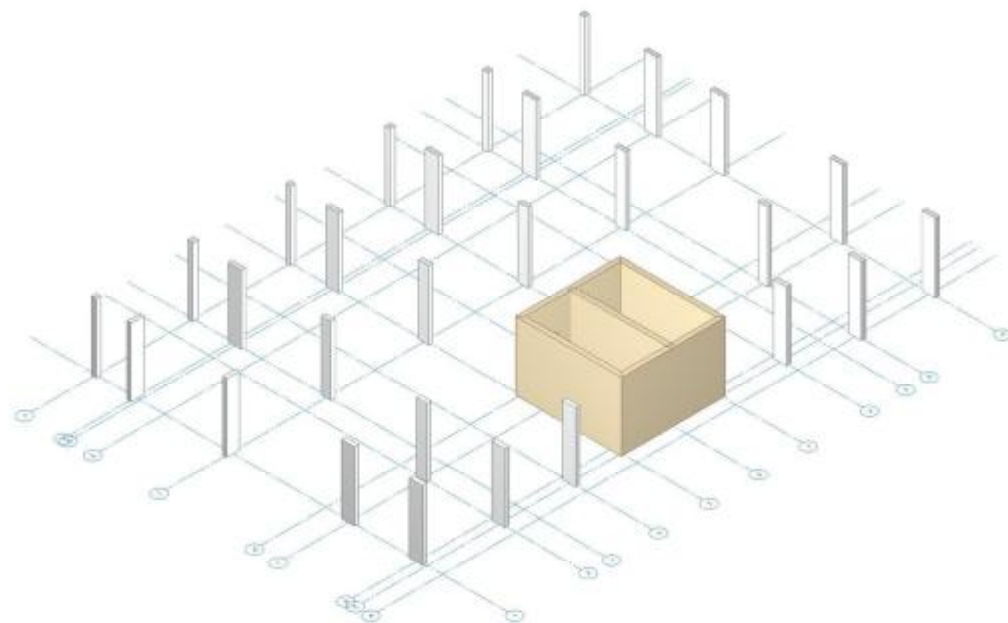




Рис. 3.6. Схема расположения колонн и стен

Этап 6. Задание дверного проема

Задание дверного проема



- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Дверь** (кнопка  **Дверь**) на панели **Инструменты**).
- ▶ Выберите способ привязки проема-**по центру**.
- ▶ Щелкните по кнопке  **параметры** -**Параметры**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Параметры дверей** задайте следующие характеристики:
 - разверните список **Прямоугольные** и выберите тип двери – **Прямоугольный проем**;
 - **В**, мм – 900;
 - **Н**, мм – 2100.
- ▶ Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы сохранить изменения и закрыть диалоговое окно.
- ▶ Переместите курсор в окно графического вида и поместите его на изображение стены, расположенной на нужной оси (рис.3.6).
- ▶ Установите проем в центр стены (центр стены подсвечивается желтой точкой).







Вслед за 3D локатором перемещается каркасное изображение дверного проема. Используйте 3D локатор для задания желаемой позиции. Зафиксируйте позицию проема посредством одинарного щелчка левой кнопкой мыши.

Этап 7. Создание и редактирование плиты перекрытия


Создание плиты перекрытия

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Перекрытие** (кнопка  на панели **Инструменты**).
- ▶ Выберите материал из раскрывающегося списка **Бетон Б25**; в окне редактирования **Толщину** задайте толщину плиты **220 мм** и подтвердите ввод, нажав клавишу **Enter** на клавиатуре.
- ▶ Проконтролируйте, чтобы в группе **Уровень** было задано значение **0.00 от низа этажа**.
- ▶ Выберите способ построения контура плиты  - **Прямоугольник**.
- ▶ Начните построение, последовательно вводя 2 точки:
 - точка начала ЛСК;
 - точка с координатами (**X=...**, **Y=...**).
- ▶ Для завершения построения нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре.

Редактирование контура плиты перекрытия

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Линия** (кнопка  на панели **Инструменты**).
- ▶ На панели свойств инструмента **Линия** выберите из раскрывающегося списка **Вид линии** – **утолщенная** и **Цвет красный**.
- ▶ Проконтролируйте, чтобы был выбран способ построения линии  - **Прямоугольник** (при необходимости можно использовать другие способы построения линии).
- ▶ Выполните построение контура, указывая следующие точки:
 - правая ближняя точка плиты перекрытия;
 - точка с координатами (**X=...**, **Y=...**), подтвердите построение точки по введенным координатам, нажав клавишу **Enter** на клавиатуре.
- ▶ Выберите инструмент  - **Указывание** на панели **Инструменты**.
- ▶ Выделите плиту перекрытия и созданную линию, удерживая нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре.
- ▶ На панели свойств инструмента **Указывание** щелкните по кнопке  - **Вычесть** для вычитания созданного контура из плиты перекрытия.
- ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с плиты.
- ▶ Выделите линию и воспользуйтесь меню **Редактор** → **Удалить** (клавиша **Del** на клавиатуре).

Создание отверстия в плите перекрытия

- ▶ Для отображения изображения в проекции на горизонтальную плоскость **ХОУ** воспользуйтесь меню **Вид** → **Проекция** → **Вид сверху**.
- ▶ Выберите инструмент-**Проем** на панели **Инструменты** и проконтролируйте, чтобы был выбран тип проема – **Сквозное отверстие** на панели свойств инструмента.
- ▶ Выделите плиту перекрытия и проконтролируйте, чтобы был выбран способ построения проема  - **Прямоугольник**.

- ▶ Задайте прямоугольное отверстие для лестничной клетки в ядре жесткости, вводя последовательный набор точек вершин прямоугольника по диагонали (рис.3.7).
- ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с плиты.

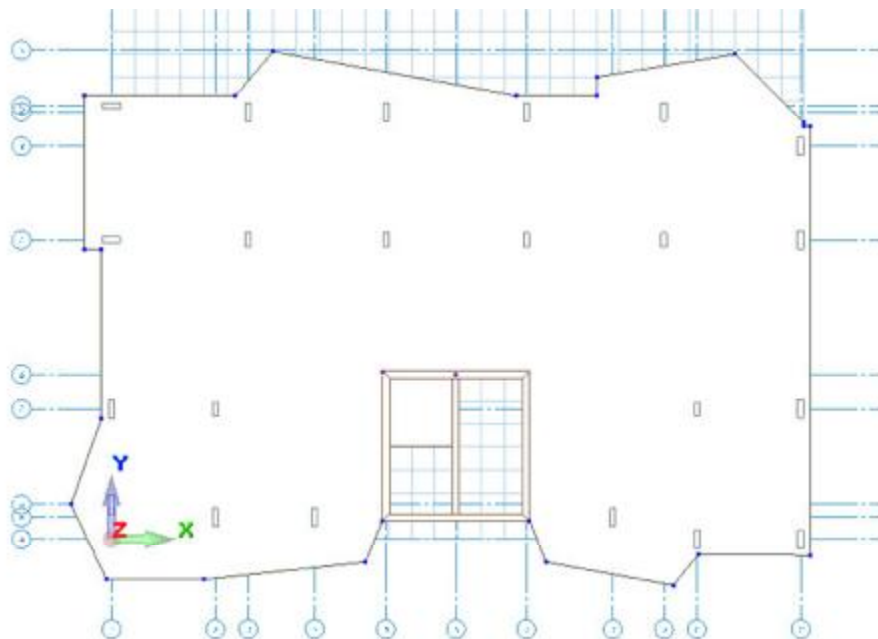





Рис. 3.7. Расположение проема в плите перекрытия на виде сверху

Этап 8. Копирование этажей

Копирование этажей

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Этаж...** (кнопка  - **Создать этаж** в служебном окне **Структура**)
- ▶ В появившемся диалоговом окне **Создать новый этаж** (рис.8) задайте следующие параметры:
 - в строке **Количество**: введите нужное количество;
 - в строке **Высота этажа**: измените значение на нужную высоту создаваемого этажа;
 - проверьте, чтобы были включены радио-кнопки **добавить верхний этаж** и **назначить новый этаж** в качестве текущего;
 - установите флажок копировать элементы;
 - щелкните по кнопке  - **Фильтр** и снимите флажки со всех элементов, щелкнув по кнопке  - **Отключить все**;
 - установите флажки для элементов, которые будут скопированы: **стена, перекрытие, колонна**;
 - щелкните по кнопке **ОК** для того чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно **Фильтр объектов**.
- ▶ Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно **Создать новый этаж**.

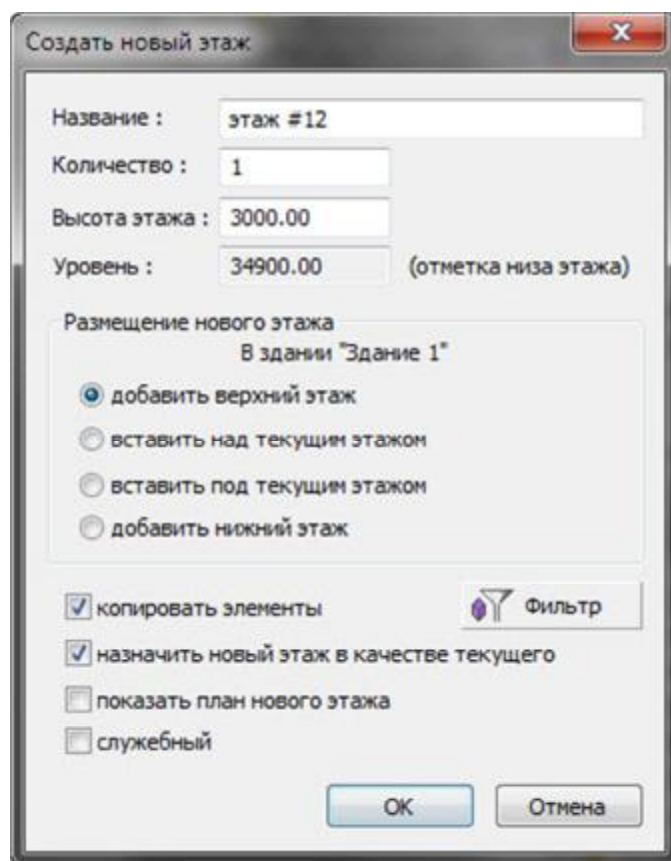









Рис. 3. 8. Диалоговое окно Создать новый этаж

- ▶ Чтобы увидеть изображение модели здания целиком, щелкните по кнопке  — **Показать все** (двойной щелчок средней кнопкой мыши в графической области).



Этап 9. Создание загрузок и назначение нагрузок

Создание равномерно-распределенных по линии и площади загрузок

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать** → **Нагрузки** → **Силы** (кнопка  **Нагрузка** на панели **Инструменты**).
- ▶ В поле **Загрузка** щелкните по кнопке .
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Загрузки** выполните следующие действия:
 - выделите строку **Загрузка 1** и введите для нее название **Постоянная нагрузка**.
 - для строки **Загрузка 2** введите название **Временная длительная нагрузка**.
 - для строки **Загрузка 3** введите название **Снеговая**.
- ▶ Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.
- ▶ Выберите тип нагрузки  — **равномерно-распределенная по линии** на панели свойств инструмента **Нагрузка**.
- ▶ В поле редактирования **Значение нагрузки** задайте значение нагрузки **...тс/м в начале** и в конце линии действия нагрузки.
- ▶ Выберите способ построения  — **Отрезок**
- ▶ Выполните построение равномерно-распределенной по линии нагрузки по нужным точкам.
- ▶ Для подтверждения нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре.

- ▶ Выберите тип нагрузки  - **распределенная по площади** на панели свойств инструмента **Нагрузка**.
- ▶ В поле редактирования **Значение нагрузки** введите значение **...тс/м2**.
- ▶ Выберите способ построения  - **Осевая** и щелкните в грань плиты (также можно использовать другие способы построения в любом участке плиты).
- ▶ Нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре, чтобы подтвердить построение по выделенному контуру.

Копирование загрузений

- ▶ Выберите инструмент  - **Указывание** и выделите созданные нагрузки, удерживая нажатой клавишу **Shift**.
- ▶ В служебном окне **Структура** выделите строку **Здание 1** и выполните щелчок правой кнопкой мыши.
- ▶ В появившемся контекстном меню выберите пункт **Вставить выделенные элементы**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Фильтр объектов** установите флажки для всех этажей, щелкнув по кнопке  - **Включить все**.
- ▶ Снимите флажок с текущего этажа и щелкните по кнопке **ОК**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.
- ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с нагрузки.



нагрузки от ограждающих конструкций и перегородок могут быть приложены ПК автоматичеки, если выполнить их построение и задать материал, в свойствах которого будет указано - нагрузка. Чем точнее выполнено построение, тем корректнее прикладывается нагрузка.

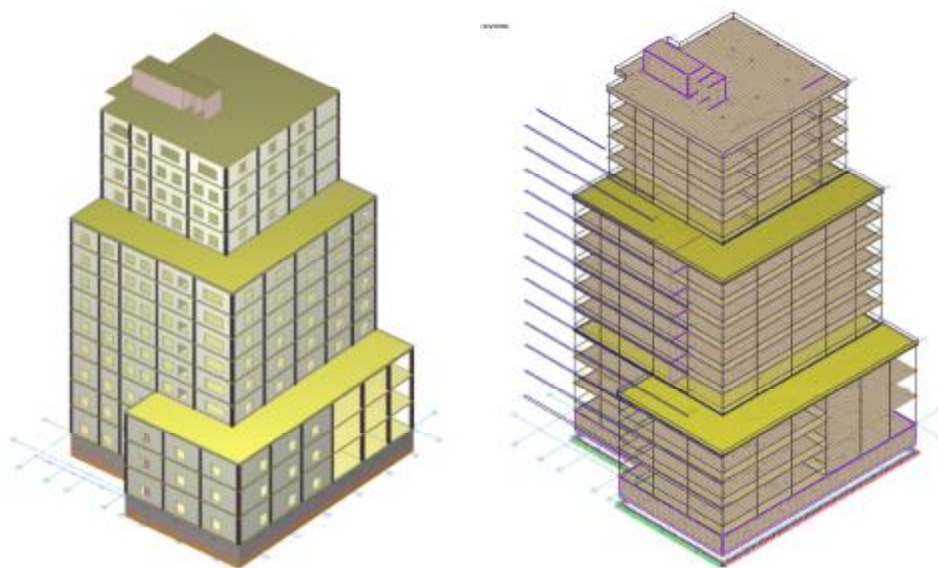


Рис. 3. 9. Архитектурная модель с ограждающими конструкциями и соответствующая ей аналитическая модель

Создание ветровой нагрузки

- ▶ Воспользуйтесь меню **Создать**→**Нагрузки** →**Ветер**.
- ▶ В появившемся диалоговом окне **Параметры модели ветра**(рис.3.10) задайте следующие параметры:
 - угол направления ветра относительно оси X;
 - ветровой район России (для г. Казань – II);
 - тип местности;
 - аэродинамический коэффициент.
- ▶ Щелкните по кнопке **Создать**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно **Параметры модели ветра**.

Программа автоматически создаст четвертый вид загрузки под названием **Ветер**.



обратите внимание на планировочную отметку земли- при наличии подземной части здания необходимо указать высоту от фундамента до планировочной поверхности земли для корректного приложения нагрузки
Ветровых загружений может быть несколько, рекомендуется учет преобладающих направления зимнего/летнего ветра по розе ветров района проектирования.

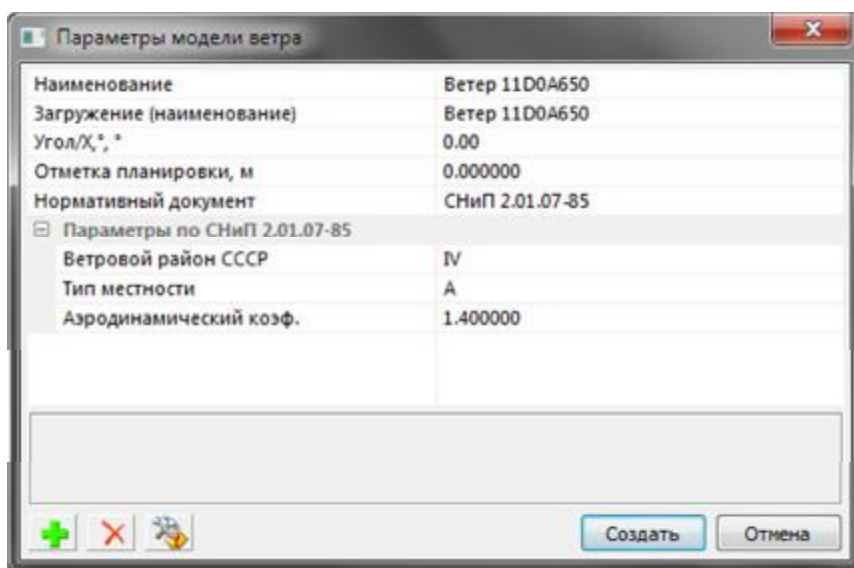



Рис. 3.10. Диалоговое окно **Параметры модели ветра**

3.2 СОЗДАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ В СИСТЕМЕ САПФИР-КОНСТРУКЦИИ

- ▶ Для перехода в систему **САПФИР-КОНСТРУКЦИИ** выполните пункт меню **Создать** →**Аналитическая модель** (кнопка -**Конструкции** на панели **Инструменты**).
 - ▶ В появившемся диалоговом окне **Создать новую аналитическую модель** (рис.11) щелкните по кнопке **ОК**.
- В первую очередь тестируем модель на ошибки геометрического построения.

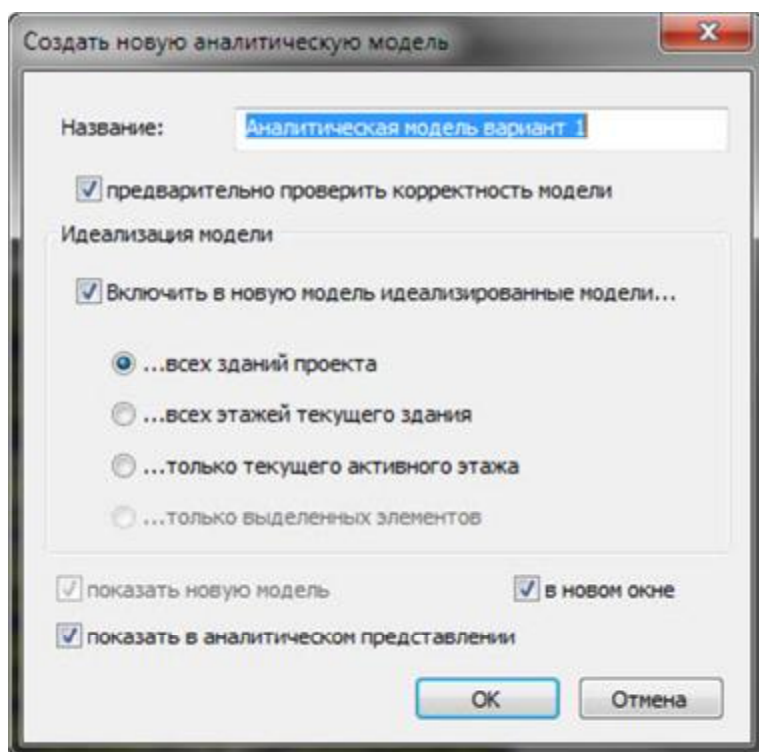


Рис.3.11. Диалоговое окно Создать новую аналитическую модель

- В открывшемся диалоговом окне **Выполнить тестирование модели** (рис.3.12) щелкните по кнопке **Диагностика**.

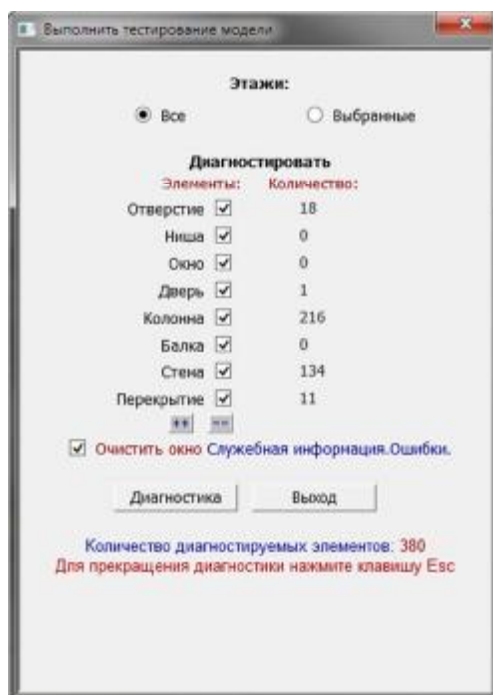



Рис.3.12. Диалоговое окно Выполнить тестирование модели

- По завершению диагностики в окне Служебной информации и в диалоговом окне Выполнить тестирование модели появится сообщение Ошибочных элементов не обнаружено.
- Выполните щелчок по кнопке **Закреть**, чтобы закрыть диалоговое окно и создать аналитическую модель.



После выполнения диагностики в окне **Служебная информация** на закладке **Ошибки** выводятся сообщения об ошибочных элементах в модели. При выполнении двойного щелчка по строке в окне **Служебной информации** происходит выделение ошибочного элемента.

► Для корректности дальнейшего поиска пересечений щелкните по кнопке  – **Дотянуть края стержней и пластин до осевых непараллельных им элементов** и в появившемся диалоговом окне (рис.3.13) щелкните по кнопке **Да**.

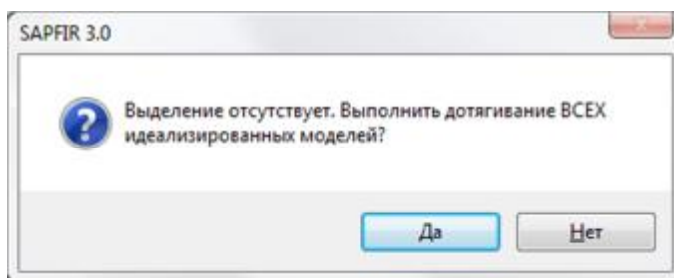



Рис. 3.13. Диалоговое окно SAPFIR 3.0

► Во избежание неточностей в модели выполните еще раз дотягивание элементов, повторив предыдущий пункт (рис.3.14).



Рис.3.14. Аналитическая модель до пересечения стержней и пластин

► Для обеспечения совместной работы пластин и стержней щелкните по кнопке  – **Найти пересечения выделенных стержней и пластин** и в появившемся диалоговом окне (рис.3.15) щелкните по кнопке **Да** (рис.3.16).

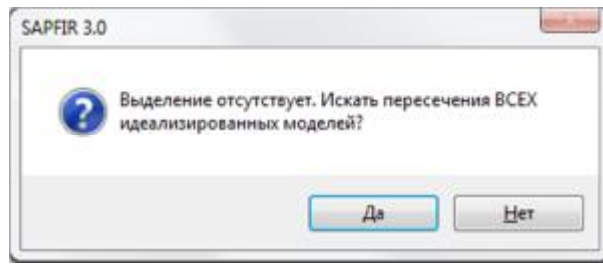


Рис.3.15. Диалоговое окно SAPFIR 3.0

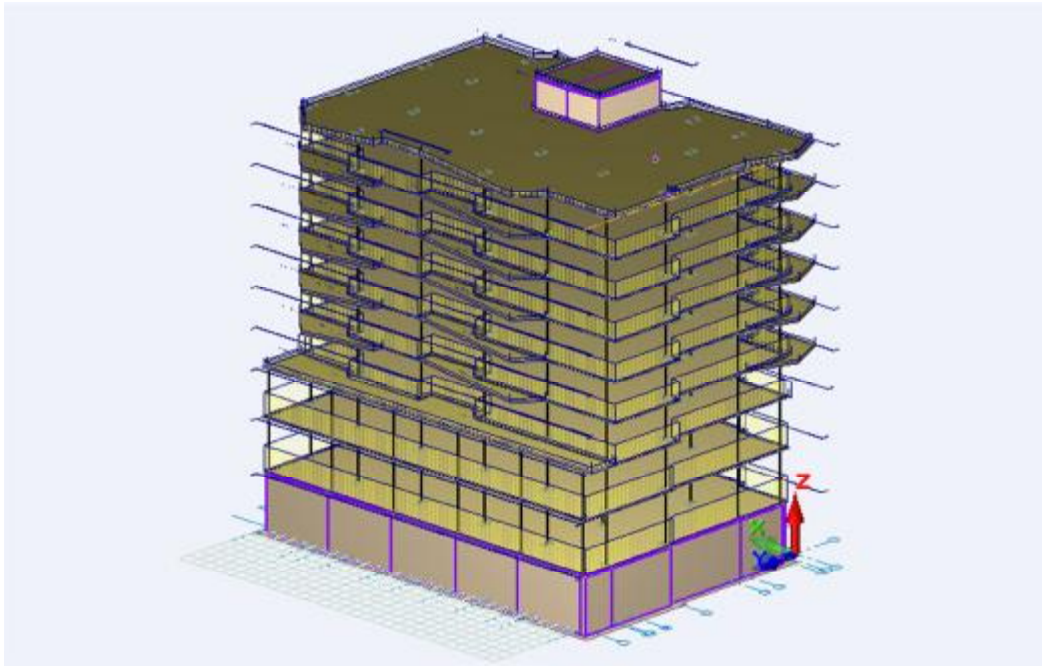



Рис.3.16. Аналитическая модель после пересечения стержней и пластин



После поиска пересечений стержней и пластин на модели каждое пересечение выражается следами пересекающихся объектов. Точки пересечения изображаются окружностью, а пересечения отрезки - линиями: на стержнях синего, на пластинах – фиолетового цвета. Абсолютно жесткие тела изображаются оранжевым цветом и имеют на пересекающей пластине форму поперечного сечения стержня (при пересечении стержней с пластинами) или форму пересекаемой пластины (при пересечении пластины с пластиной).

- ▶ Щелкните по кнопке  - **Настройка параметров триангуляции** в панели свойств инструмента **Указывание**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Настройки триангуляции** (рис.3.17) задайте следующие параметры разбивки на конечные элементы:
- ▶ В разделе **Триангуляция пластин** включите радио-кнопку – **адаптивная четырехугольная**;
- ▶ Задайте шаг разбивки стержней равным **1 м**.
- ▶ Задайте шаг разбивки пластин равным **0.5 м**.
- ▶ Щелкните по кнопке **Назначить**, чтобы применить сделанные изменения и закрыть диалоговое окно.

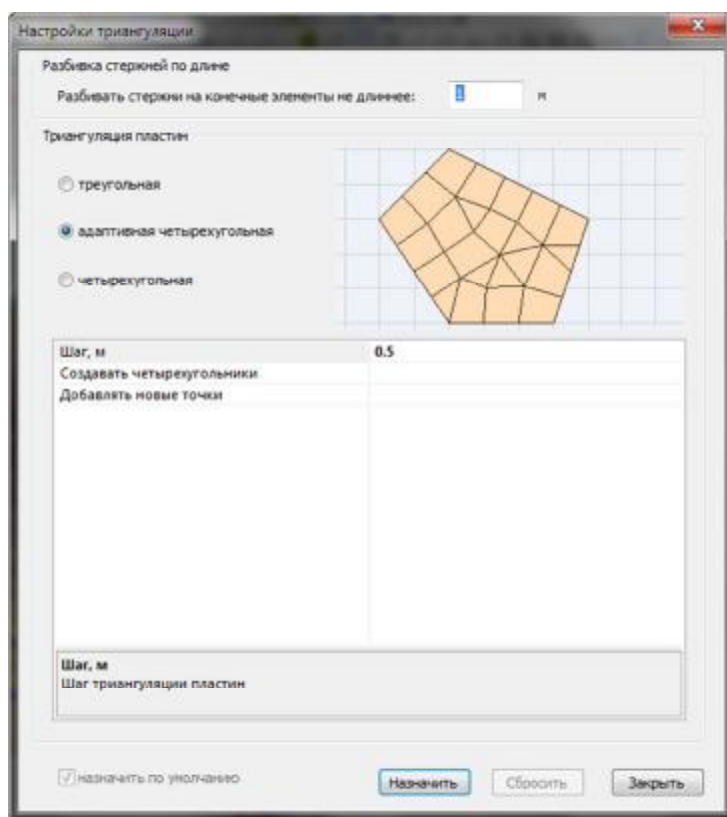






Рис. 3.17. Диалоговое окно **Настройки триангуляции**

- ▶ Для разбивки на конечные элементы щелкните по кнопке  – **Триангулировать выделенные стержни и пластины**.
 - ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение со стержней и пластин.
- Этап 11. Закрепление основания здания (если расчет будет выполняться с учетом податливости грунтов оснований)**
- ▶ При активном инструменте **Указывание** выделите пластину фундаментной плиты.
 - ▶ Выполните щелчок по кнопке  и выберите из раскрывающегося списка вариант **Вся пластина**.
 - ▶ Установите флажки для **X, Y** и **UZ** и щелкните по кнопке  – **Назначить связи и C1, C2**.
 - ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с пластины фундаментной плиты.

Этап 12. Создание файла для ПК ЛИРА-САПР

- ▶ Чтобы сохранить конечно-элементную схему для дальнейшего расчета в ПК ЛИРА-САПР щелкните по кнопке  – **Сохранить аналитическую модель для ПК ЛИРА-САПР**.
- ▶ В появившемся диалоговом окне **Сохранить как**, при выбранной папке **Data**, заданном типе файла **Задача ПК ЛИРА-САПР 2013 (*.s2l)** и имени файла, щелкните по кнопке **Сохранить**.
- ▶ Воспользуйтесь меню **Файл** → **Сохранить**, чтобы сохранить модель САПФИР.

3.3 ИМПОРТ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ В ПК ЛИРА-САПР

Этап 13.

► Для того чтобы начать работу с ПК ЛИРА-САПР, выполните следующие команды Windows:

Пуск → Программы → LIRA SAPR → ЛИРА-САПР 2013.

► Для импорта файла, созданного в программе САПФИР-КОНСТРУКЦИИ, в системе ВИЗОР-САПР нужно открыть диалоговое окно **Импорт данных из файлов *#00.*, *.txt, *.dxf**. Для этого в меню приложения **Файл** в раскрывающемся списке пункта

Импортировать задачу выберите команду  **–Файлы S2L (САПФИР)(*.*s2l)**.

► В этом диалоговом окне при выбранном типе файлов **Файлы S2L (САПФИР)(*.*s2l)** перейдите в папку, в которой находится файл, созданный в результате экспорта (папка **Data**).

► Выделите файлы щелкните по кнопке **Открыть**.

Этап 14. Назначение видов нагружений, формирование РСУ и РСН

► Вызовите диалоговое окно **Редактор нагружений** (рис.3.18) щелчком по кнопке **Редактор нагружений** (панель **Нагрузки** на вкладке **Создание и редактирование**).

► В открывшемся диалоговом окне **Редактор нагружений** выполните следующие действия:

- выделите строку **Собственный вес** и выберите для нее вид нагружения - **Постоянная**.
- выделите строку **Загружение 1** и выберите для нее вид нагружения - **Постоянная**.
- выделите строку **Загружение 2** и выберите для нее вид нагружения - **Временное длит./Длительное**.
- выделите строку **Загружение 3** и выберите для нее вид нагружения - **Кратковременная**.
- выделите строку **Ветер** и выберите для нее вид нагружения - **Мгновенная**.

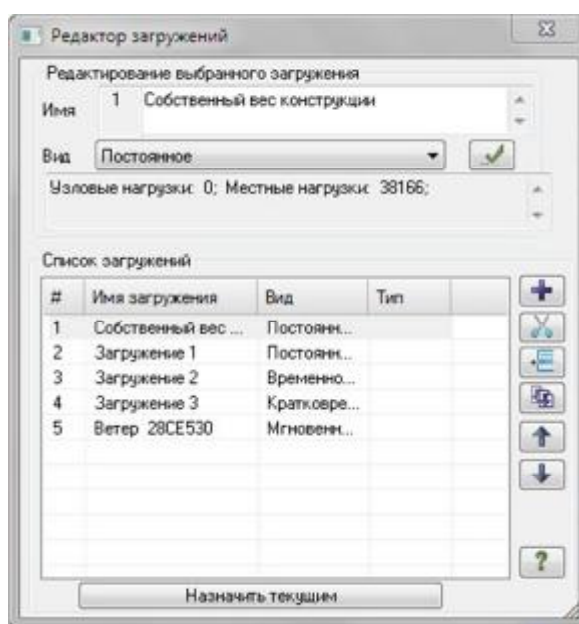


Рис. 3.18. Диалоговое окно **Редактор нагружений**

► После этого щелкните по кнопке  **–Применить** и закройте диалоговое окно.

Для автоматического подбора армирования и комплексной оценки усилий и деформация необходимо задать (или подтвердить если они сформированы автоматически) таблицы РСУ (рис. 3.19) и РСН (рис. 3.20) с учетом требований СП Нагрузки и воздействия.

Строительные нормы: СНиП 2.01.07-85*

Номер загрузки: 1, Собственный вес

Вид загрузки: Постоянное(0), По умолчанию

Н группы объединяемых временных нагрузений: 0

Учитывать знакопеременность:

Н группы взаимоисключающих нагрузений: 0

NN сопутствующих нагрузений: 0

Коэффициент надежности: 1.10

Доля длительности: 1.00

Не учитывать для II-го пред. сост.:

Ограничения для кранов и тормозов: Кран Тормоз

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6С)	5 сочет.	6 сочет.	7 сочет.	8 сочет.	9 сочет.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
2	1.00	0.95	0.80	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0
3	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0
5	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загрузки	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Временные нагрузки на плиты	Временное д...	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95
3	Нагрузки от стен	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Ветер 22205А90	Мгновенное(7)	7 0 0 0 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80
5	Снеговая нагрузка	Мгновенное(7)	7 0 0 0 0 0 0 1.40 0.00	1.00 0.90 0.50 0.80

Рис. 3.18. Диалоговое окно Расчетные сочетания усилий (PCU)

СНиП 2.01.07-85*

N загруз.	Наименование	Доля длительн.	PCN1	PCN2	PCN3	PCN4	PCN5
1	1	Собственный вес	1.0	.0	1.0	1.0	1.0
2	2	Временные нагрузки на	1.0	.0	.0	1.0	.0
3	3	Нагрузки от стен	1.0	.0	1.0	1.0	1.0
4	4	Ветер 22205А90	.0	.0	.0	1.0	.0
5	5	Снеговая нагрузка	.0	.0	.0	.0	1.0

1 основное
2 основное
Особое (С)
Особое (6/С)


Добавить

ΣП•Д•К•А•(Кр•Т)•М

Коэффициенты

Рис. 3.19 Диалоговое окно Расчетные сочетания нагрузок (PCN)

Этап 15. Задание вариантов конструирования

- ▶ Вызовите диалоговое окно **Варианты конструирования** (рис.3.20) щелчком по кнопке  –**Варианты конструирования** (панель **Конструирование** на вкладке **Расширенное редактирование**).

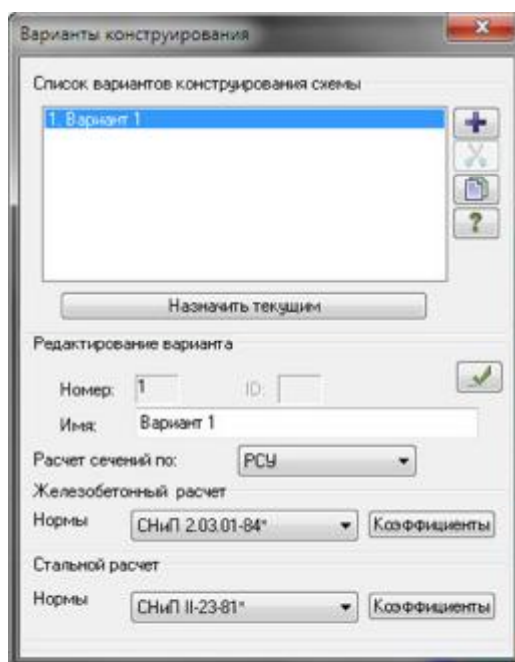






Рис.3.20. Диалоговое окно **Варианты конструирования**

- ▶ В этом диалоговом окне задайте параметры для первого варианта конструирования:
- ▶ В раскрывающемся списке **Расчет сечений по:** выберите строку **PCY**;
- ▶ Остальные параметры принимаются по умолчанию.
- ▶ После этого щелкните по кнопке  –**Применить**.
- ▶ Закройте диалоговое окно **Варианты конструирования** щелчком по кнопке  –**Заккрыть**.
- ▶ Вызовите диалоговое окно **Расчетные сочетания усилия** щелчком по кнопке **Таблица PCY** (панель **PCY** на вкладке **Расчет**).
- ▶ Все параметры оставьте по умолчанию и щелкните по кнопке  –**Применить**.

Этап 16. Задание параметров материалов элементам схемы

Задание материалов для железобетонных конструкций

- ▶ Щелчком по кнопке  –**Жесткости и материалы** (панель **Жесткости и связи** на вкладке **Создание и редактирование**) вызовите диалоговое окно **Жесткости и материалы**.

Для выполнений требований СП необходимо снизить модуль упругости колонн и диафрагм коэффициентом 0,6; плит покрытия, перекрытия и фундаментной плиты - снижающим коэффициентом 0,3. Выбрать кнопку **Изменить** и откорректировать значения модулей упругости в соответствующих жесткостях.

- ▶ В этом диалоговом окне щелкните по второй закладке **Ж/Б (Задание параметров для железобетонных конструкций)** (рис.3.21).

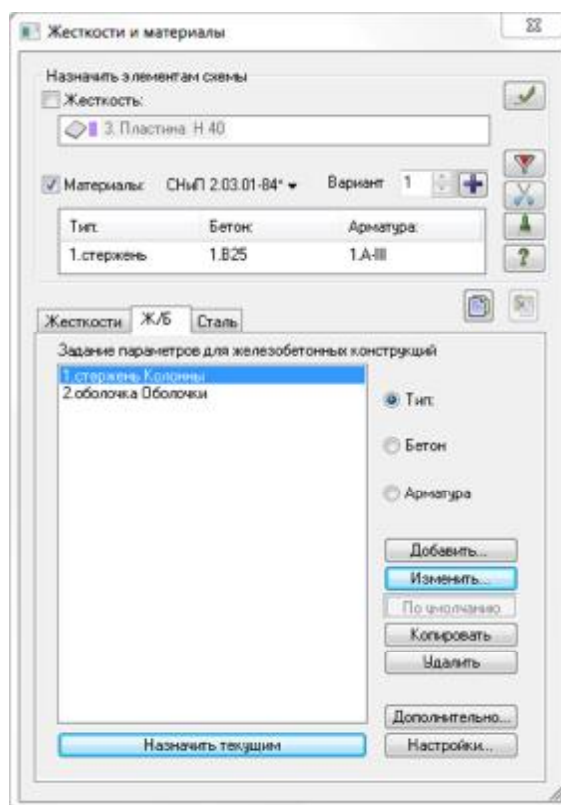


Рис.3.21. Диалоговое окно **Жесткости и материалы**

- ▶ После этого включите радио-кнопку **Тип** и щелкните по кнопке **Добавить**.
- ▶ На экран выводится диалоговое окно **Общие характеристики** (рис.3.22а), в котором задайте следующие параметры для колонн:
 - в раскрывающемся списке **Модуль армирования** выберите строку **Стержень**;
 - в поле **Армирование** выберите тип армирования **Симметричное**;
 - в поле **Конструктивные особенности стержней** включите радио-кнопку **Колонна рядовая** и снимите флажок **Не учитывать конструктивные требования**;
 - все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.
- ▶ После этого щелкните по кнопке **✓ – Подтвердить**.

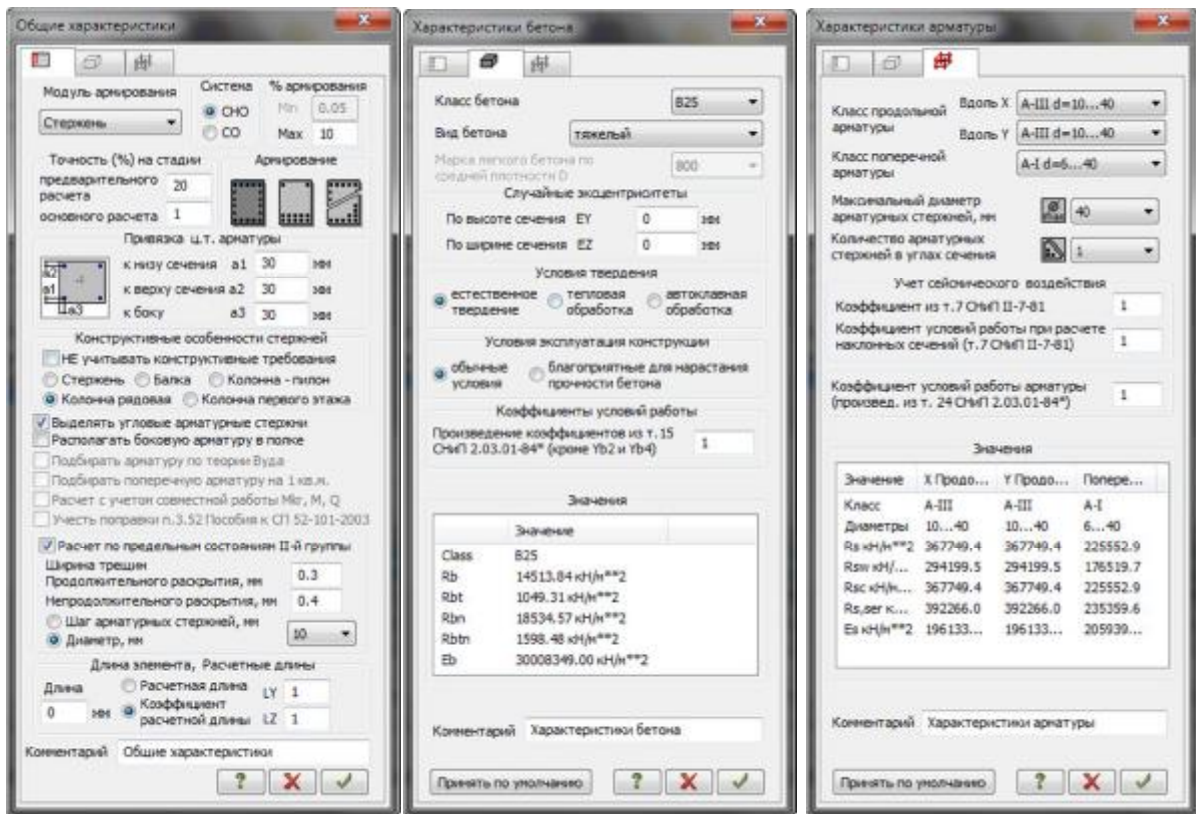




Рис.3.22 а). Диалоговое окно **Общие характеристики** б) Диалоговое окно **Характеристики бетона**
в) Диалоговое окно **Характеристики арматуры**

- ▶ Система возвращается к диалоговому окну **Жесткости и материалы**, в котором снова щелкните по кнопке **Добавить**.
- ▶ В новом окне **Общие характеристики** задайте следующие параметры для пластинчатых элементов:
 - в раскрывающемся списке **Модуль армирования** выберите строку **Оболочка**;
 - все остальные параметры остаются заданными по умолчанию.
- ▶ После этого щелкните по кнопке – **Подтвердить**.
- ▶ В диалоговом окне **Жесткости и материалы** включите радио-кнопку **Бетон**.
- ▶ Щелкните по кнопке **Добавить**.
- ▶ На экран выводится диалоговое окно **Характеристики бетона** (рис.3.22б), в котором для введенных щелкните по кнопке – **Подтвердить**.
- ▶ В диалоговом окне **Жесткости и материалы** включите радио-кнопку **Арматура**.
- ▶ Щелкните по кнопке **Добавить**.
- ▶ На экран выводится диалоговое окно **Характеристики арматуры** (рис.3.22в), в котором в раскрывающемся списке **Максимальный диаметр арматурных стержней** выберите строку, соответствующую диаметру арматуры **40**мм.
- ▶ Для ввода данных щелкните по кнопке – **Подтвердить**.

Назначение материалов элементам схемы

- ▶ Щелкните по кнопке – **Отметка элементов** в раскрывающемся списке **Отметка элементов** на панели инструментов **Панель выбора** (по умолчанию находится в нижней области рабочего окна).
- ▶ С помощью курсора выделите все элементы схемы.

- ▶ В диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.
- ▶ В появившемся диалоговом окне с предупреждением щелкните по кнопке **ОК**.
- ▶ В диалоговом окне **Жесткости и материалы** включите радио-кнопку **Тип** и в списке типов общих свойств материалов для железобетонных конструкций выделите курсором строку **1. стержень Колонны**.
- ▶ Щелкните по кнопке **Назначить текущим** (при этом выбранный тип общих свойств материалов записывается в строке редактирования **Материалы** поля **Назначить элементам схемы**. Можно назначить текущий тип общих свойств материалов двойным щелчком по строке списка).
- ▶ Затем в диалоговом окне **Жесткости и материалы** щелкните по кнопке  – **Применить**.




ПК САПФИР автоматически выполняет необходимое согласование осей для плит перекрытия и диафрагм.

Этап 17. Задание параметров упругого основания (коэффициентов постели)- выполняется при учете податливости грунта.

Для корректного вычисления коэффициента автоматически рекомендуется использовать модуль ГРУНТ, задав строение и характеристики ИГЭ по скважинам, с привязкой их к осям схемы

Этап 18. Полный расчет схемы

- ▶ Запустите задачу на расчет щелчком по кнопке  – **Выполнить расчет** (панель **Расчет** на вкладке **Расчет**.)



Перед расчетом желательно выполнить упаковку схемы и сохранить файл

3.4 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТ В ПК ЛИРА-САПР



*После расчета задачи, просмотр и анализ результатов статического и динамического расчетов осуществляется на вкладке **Анализ**.*

Оцениваются деформации каркаса в виде горизонтальных и вертикальных перемещений - для подтверждения достаточной жесткости несущей системы

Полученные усилия в элементах схемы - для оптимизации дальнейших расчетов и конструирования


Предварительные показатели армирования - для оценки эффективности решений с подтверждением достаточной прочности (вкладка конструирование).

ПК ЛИРА позволяет анализировать результаты как отдельных загрузений, так и их сочетаний в виде РСН и РСУ (необходимо выбрать соответствующую вкладку в счетчике загрузений (в строке состояния, нижняя области рабочего окна).

Этап 19. Анализ перемещений

Перемещения оцениваются от действия нормативных значений нагрузок. Максимальные значения сравниваются с допустимыми по СП.


► В режиме просмотра результатов расчета по умолчанию расчетная схема отображается с учетом перемещений узлов для первой стадии монтажа. Для отображения схемы без

учета перемещений узлов щелкните по кнопке  –Исходная схема (панель Деформации на вкладке Анализ).

Вывод на экран изополей перемещений

► Чтобы вывести на экран изополю перемещений по направлению Z (рис. 3.23), выберите

команду  –Изополю перемещений в глобальной системе в раскрывающемся списке

Мозаика/изополю перемещений и после этого щелкните по кнопке  – Изополю перемещений по Z (панель Деформации на вкладке Анализ).

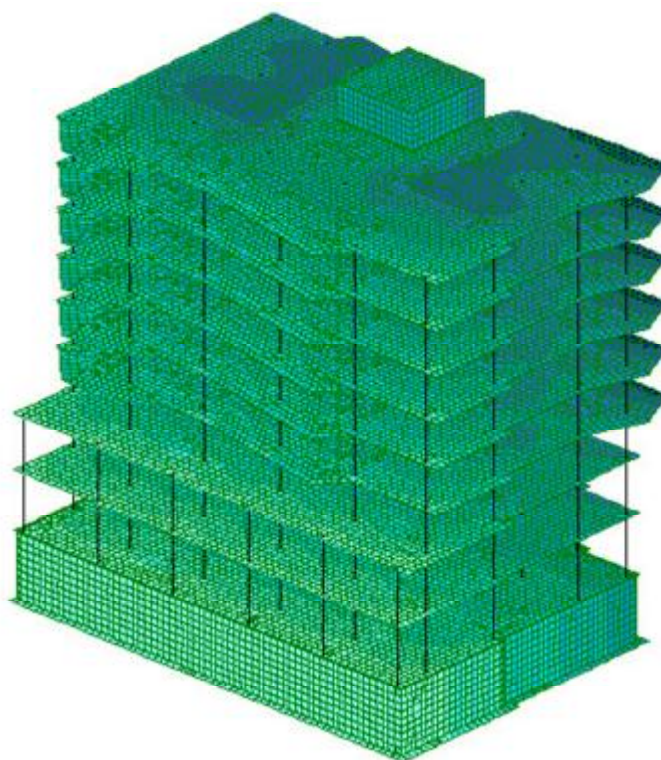
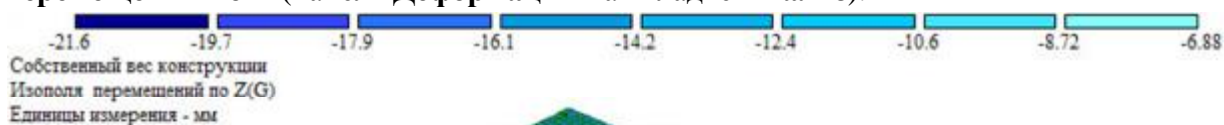


Рис. 3. 23. Изополю перемещений по направлению Z

Можно провести суммирование перемещений по загрузкам вручную или посмотреть их значения по РСН, рис. 3.24

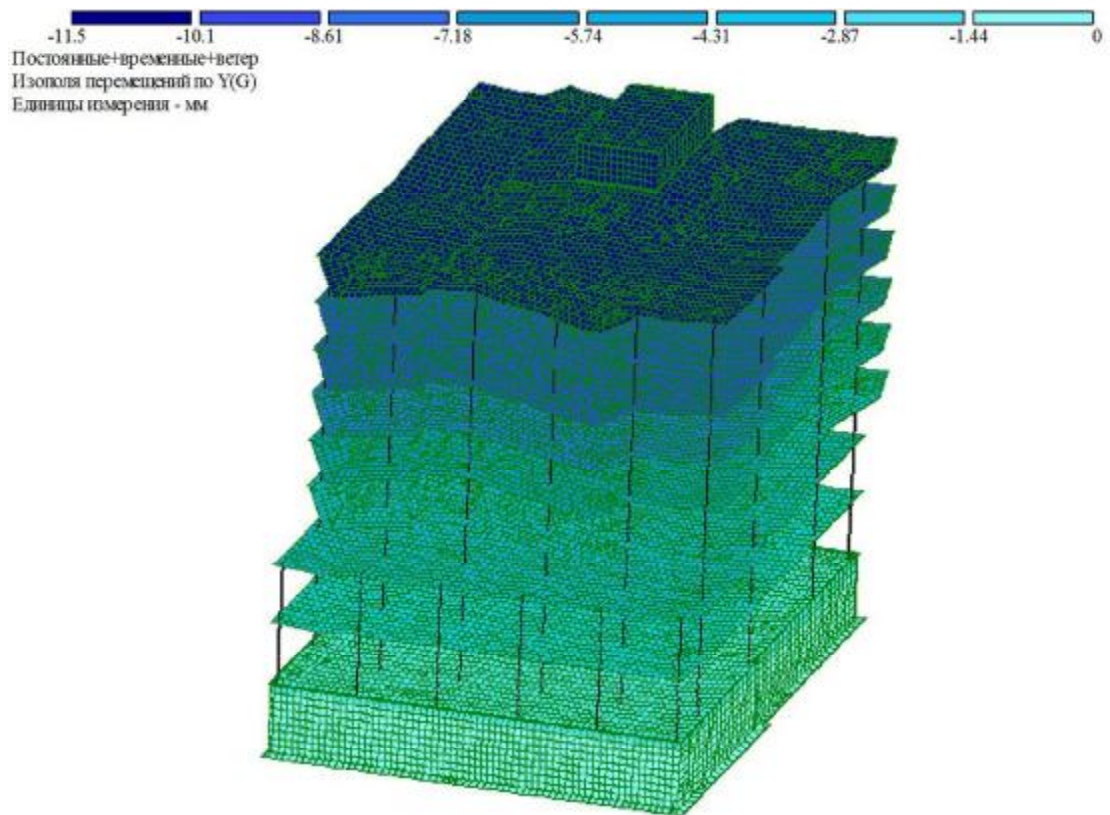
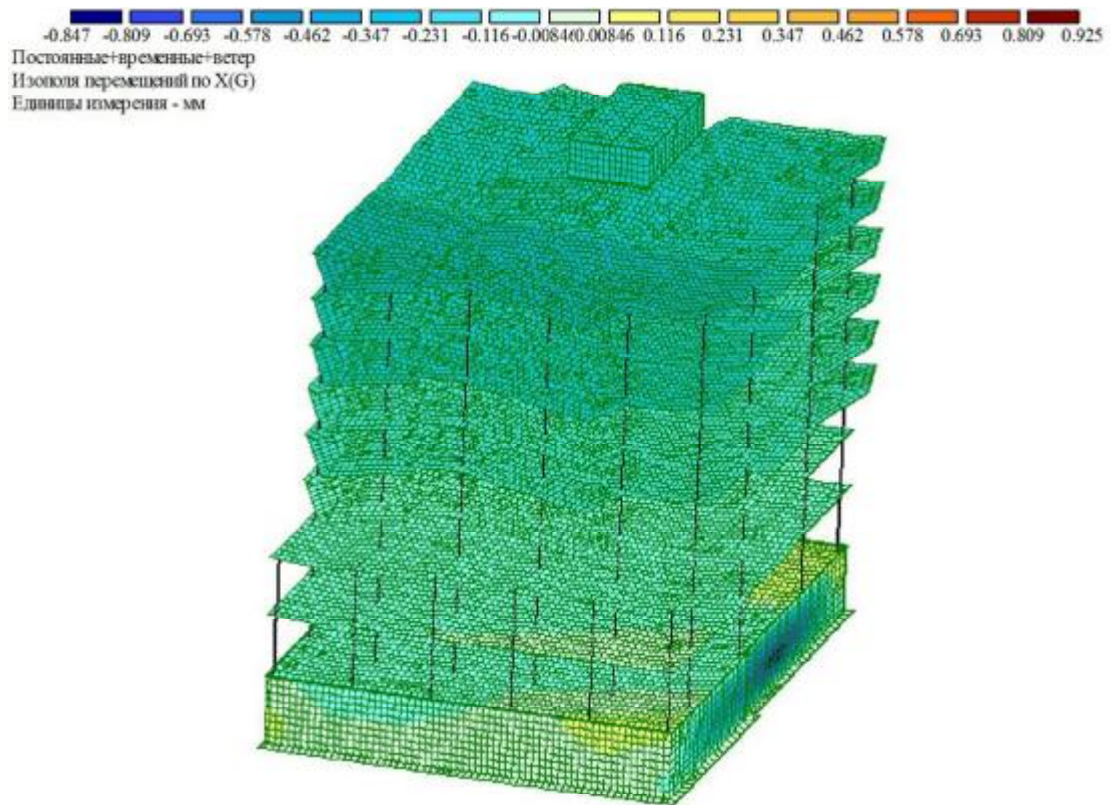


Рис. 3. 24. Изополю перемещений по направлению X и Y (Сочетание усилий)



Если требуемая жесткость не обеспечено, необходимо изменить параметры расчетной схемы и повторить расчет


Этап 20. Анализ внутренних усилий

Оцениваются результаты в виде эпюр (мозаик) напряжений в результате можно определить наиболее нагруженные элементы и выделить группы элементов с близкими усилиями.

► Выведите на экран эпюру M_y щелчком по кнопке M_y –Эпюры M_y (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

► Для вывода эпюры Q_z щелкните по кнопке Q_z –Эпюры поперечных сил Q_z (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

► Для вывода эпюры N щелкните по кнопке N –Эпюры продольных сил N (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**).

► Чтобы вывести мозаику усилия N , выберите команду  –Мозаика усилий в стержнях в раскрывающемся списке Эпюры/мозаика усилий (панель **Усилия в стержнях** на вкладке **Анализ**), рис. 3.25.

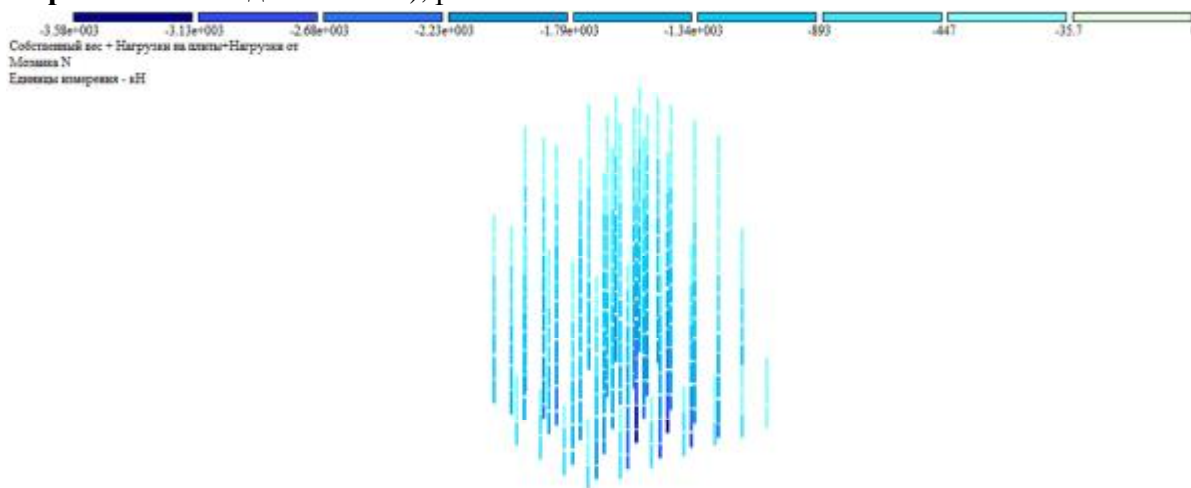




Рис. 3. 24. Мозаика N в колоннах каркаса (Сочетание усилий)

Смена номера текущего нагружения

► В строке состояния (находится в нижней области рабочего окна) в раскрывающемся списке **Сменить номер нагружения** выберите строку соответствующую второй стадии монтажа и щелкните по кнопке  –**Применить**.

Вывод на экран мозаик напряжений

► Чтобы вывести на экран мозаику напряжений по M_x (рис. 3.25), выберите команду  –**Мозаика напряжений** в раскрывающемся списке **Мозаика/изополя напряжений** и после этого щелкните по кнопке M_x –**Мозаика напряжений по M_x** (панель **Напряжения в пластинах и объемных КЭ** на вкладке **Анализ**).

- Для отображения мозаики напряжений по N_x , щелкните по кнопке N_x – **Мозаика напряжений по N_x** (панель **Напряжения в пластинах и объемных КЭ** на вкладке **Анализ**).

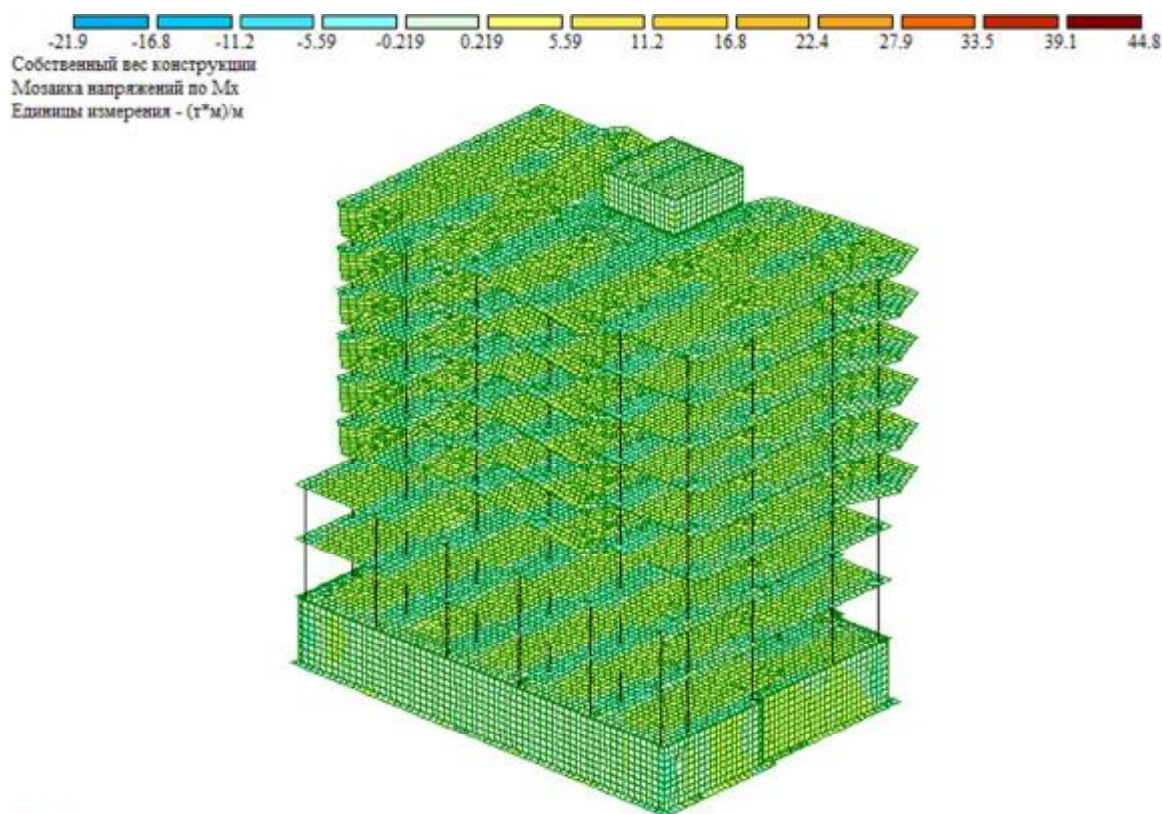


Рис.3.25. Мозаика напряжений по M_x

Этап 21. Просмотр и анализ результатов конструирования




После расчета задачи, просмотр и анализ результатов конструирования осуществляется на вкладке **Конструирование**.


Просмотр результатов армирования


Можно оценить в каждом элементе или (удобнее) для определенных групп элементов, которые выбираются с помощью фрагментирования.


- Для просмотра информации о подобранной арматуре в одном из конечных элементов,


щелкните по кнопке  – **Информация об узле или элементе** на панели инструментов **Панель выбора** и укажите курсором на любой пластинчатый элемент.


- В появившемся диалоговом окне перейдите на закладку **Информация о подобранной арматуре** (в этом окне содержится полная информация о выбранном элементе, в том числе и с результатами подбора арматуры).

- Закройте диалоговое окно щелчком по кнопке  – **Заккрыть**.

► Для установки режима отображения симметричного армирования в сечениях стержней, выберите команду  – **Симметричное армирование** в раскрывающемся списке **Армирование** (панель **Стержни** на вкладке **Конструирование**).

► Чтобы посмотреть мозаику отображения площади продольной арматуры в нижнем левом угле сечения стержня AU1, щелкните по кнопке  – **Угловая арматура AU1** (панель **Стержни** на вкладке **Конструирование**).

► Чтобы посмотреть мозаику отображения площади продольной арматуры в нижнем правом угле сечения стержня AU2, щелкните по кнопке  – **Угловая арматура AU2** (панель **Стержни** на вкладке **Конструирование**).

► Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси X1, щелкните по кнопке  – **Нижняя арматура в пластинах по оси X1** (панель **Пластины** на вкладке **Конструирование**).

► Чтобы посмотреть мозаику отображения площади нижней арматуры в пластинах по направлению оси Y1, щелкните по кнопке  – **Нижняя арматура в пластинах по оси Y1** (панель **Пластины** на вкладке **Конструирование**).

На схемах необходимо посмотреть на полученные диаметры и проценты армирования, рис.3.26.

Если сечение элементов при заданных характеристиках недостаточно, армирование для таких элементов не подбирается и появляется надпись "ошибка".

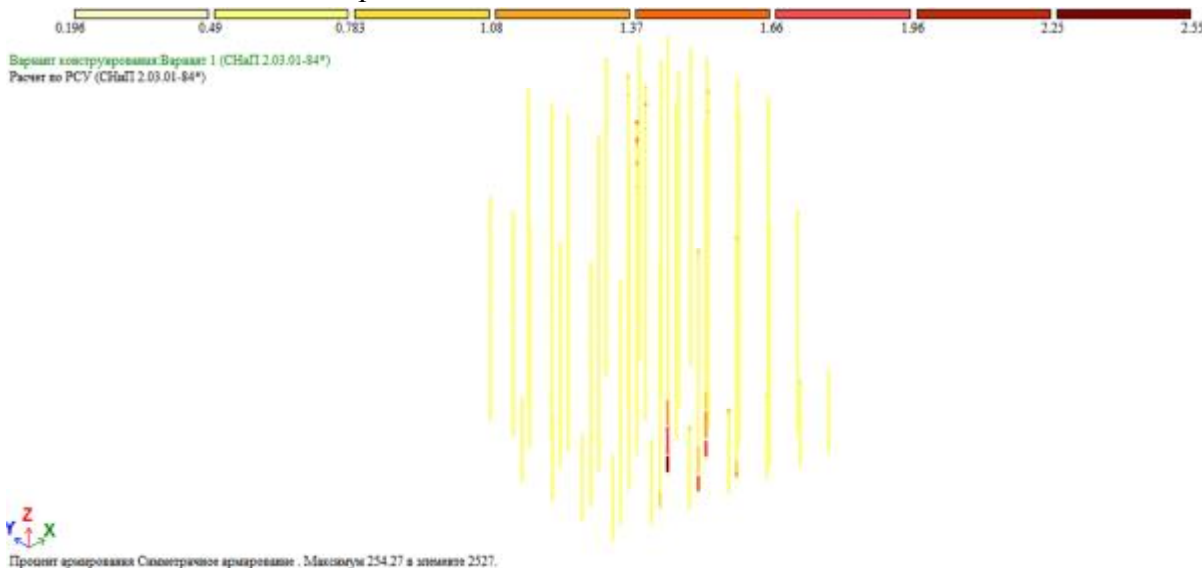



Рис. 3. 26. Процент армирования колонн

 Если в конструировании получены слишком большие диаметры арматуры, ошибки или экономически неэффективные проценты армирования, необходимо изменить параметры расчетной схемы (сечения/материалы элементов) и повторить расчет

3.5 РАСЧЕТ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ИСХОДНЫМ ДАННЫМ ИЗ ПК ЛИРА-САПР

Этап 22. Исходные данные для инженерного расчета (подбора арматуры)

Расчет плиты перекрытия

Расчет в курсовом проектировании выполняем по 1 группе предельных состояний:

- 1) на действие максимального изгибающего момента в пролете и на опоре, как для изгибаемого элемента прямоугольного сечения шириной 1 метр.
- 2) на продавливание колонной (наиболее нагруженный участок плиты).

В качестве исходных данных для первого расчета берем изополя моментов M_x и M_y , рис. 3.27, по которым определяем элемент с максимальным значением (для упрощения расчета принимаем только максимальное значение для обоих направлений).

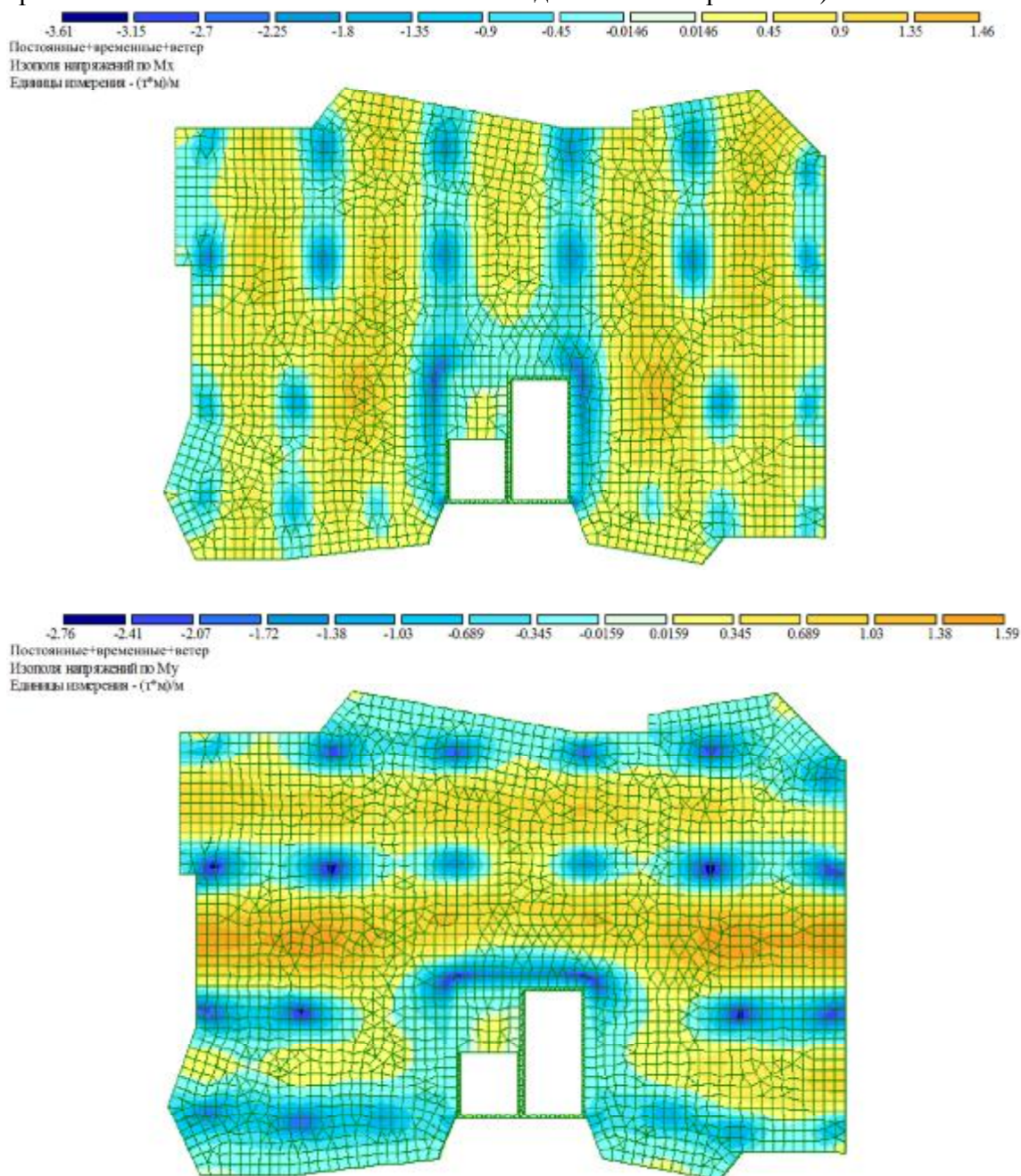


Рис. 3. 27. Изополя изгибающих моментов M_x (M_y). Максимальное значение в пролете 1,46(1,59)т*м, на опоре 3,61(2,76) т*м
Для этих элементов смотрим таблицу РСУ (рис. 3.28).

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ																	
ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	NX	NY	TXU	MX	MY	MXU	QX	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.			
44873	1	1	2	A1	-1.9665	-1.1236	.71196	.64452	1.3919	-.00784	.04279	-.10811	1	2	3	4	
		11	1	A1	-1.0366	-.55914	.44865	.43734	.96457	-.00545	.03111	-.07440	2	3	4		
		1	2	B1	-2.0202	-.51244	.67928	.64664	1.3808	-.00699	.04072	-.12488	1	2	3	4	5
		11	1	B1	-1.0902	.05201	.41597	.43946	.95348	-.00459	.02904	-.09117	2	3	4	5	

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ																	
ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	Г	NX	NY	TXU	MX	MY	MXU	QX	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.			
45185	1	2	2	A1	.40916	-3.6523	1.8406	-1.4058	-4.4600	.22993	.80603	.40343	1	2	3	4	
		10	1	A1	.02554	-2.6845	1.5948	-1.2492	-4.0196	.19353	.75302	.11197	2	3	4		
		2	2	B1	.38214	-4.9588	1.6270	-1.4430	-4.5430	.24878	.88807	.51988	1	2	3	4	5
		10	1	B1	-.00146	-3.9909	1.3812	-1.2863	-4.1026	.21238	.83507	.22842	2	3	4	5	
		10	1	A2	.02554	-2.6845	1.5948	-1.2492	-4.0196	.19353	.75302	.11197	2	3	4		

Рис. 3. 28. Таблица РСУ для определения значения максимального момента пролетного и опорного соответственно.

В качестве расчетных моментов принимаем наибольшие из полученных значений.

Для расчета на продавливание определяем зону с максимальными усилиями из схемы вертикального армирования и таблицу РСУ для соответствующей колонны вышележащего этажа(рис. 3.29).

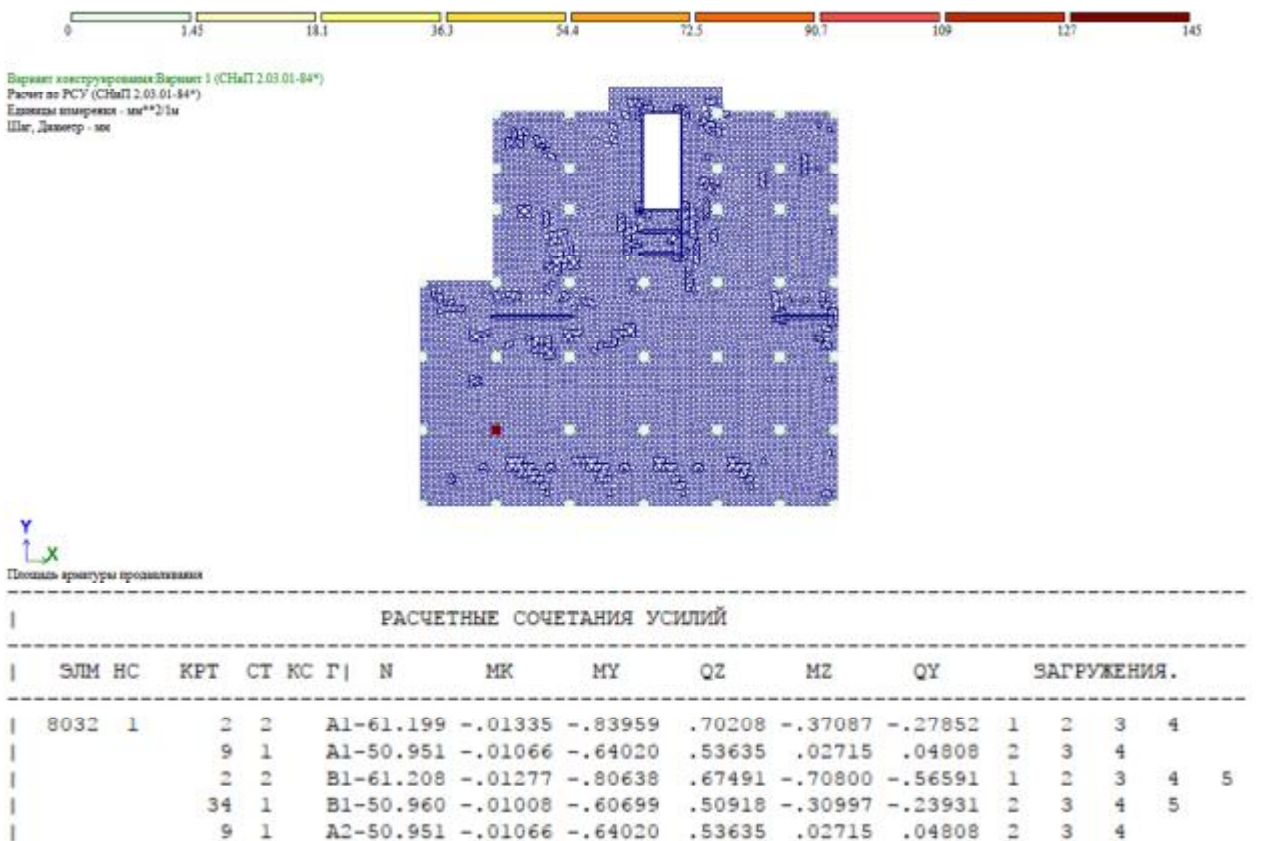
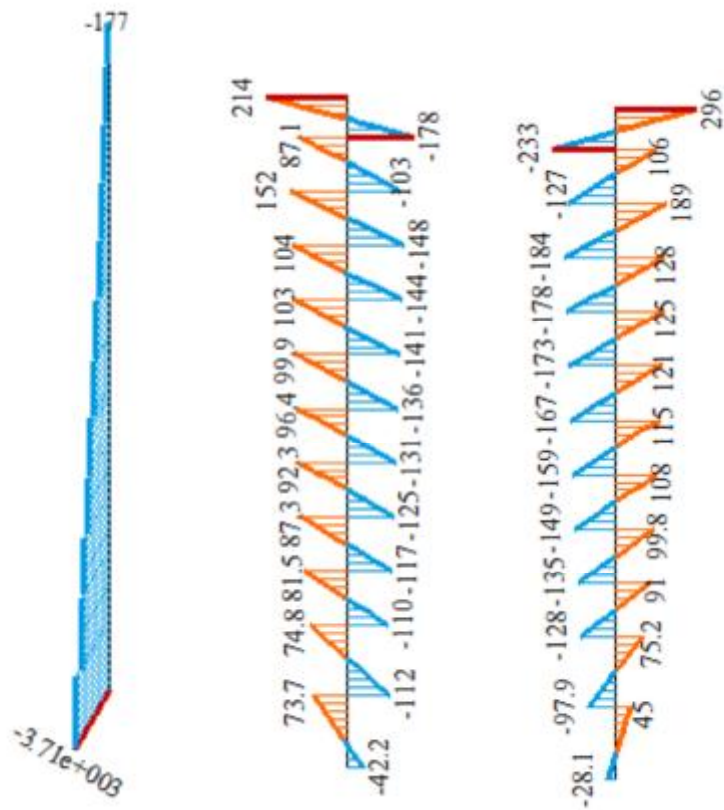


Рис. 3. 29. Площади вертикальной арматуры и таблица РСУ для колонны .

Расчет колонны.

Для расчета выбираем наиболее нагруженную колонну подвального (первого) этажа, для элементов которой так же оцениваем мозаику(эпюры) усилий по РСН или таблицы РСН

(рис. 3.30) и результаты (таблицу) по РСУ (рис. 3.31). Проверяем прочность с учетом действия продольной силы и изгибающих моментов в двух направлениях.



№ элем.	№ сеч.	Усилия				
		N (τ)	My (τ*м)	Qz (τ)	Mz (τ*м)	Qy (τ)
1	2	4	5	6	7	8
1190	1	-880.928	-2.749	2.615	84.209	19.029
1190	1	-656.127	-2.813	1.995	85.075	19.200
1190	1	-881.764	-3.854	2.615	92.248	19.029
1190	1	-878.450	-3.709	2.584	113.854	25.168
1190	2	-874.886	-2.575	2.547	103.221	25.205
1190	2	-866.498	-2.585	2.554	101.908	24.869
1190	2	-875.723	-3.651	2.547	113.560	25.205
1190	2	-664.121	-1.959	1.987	78.019	19.553

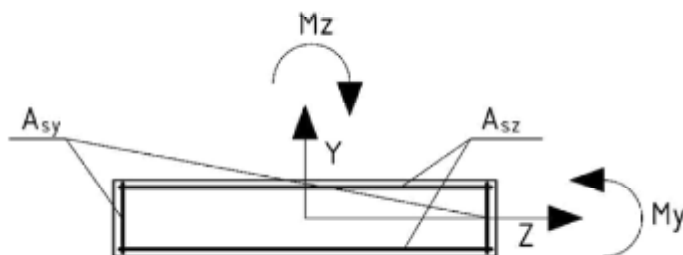


Рис. 3. 30. Эпюры продольной силы N и изгибающих моментов My (Mz) от РСН в колонне. Таблица усилий от всех нагрузок, расчетная схема сечения колонны

Таблица РСУ							Усилия						ИР нагрузка
№ элем	№ сечен	№ столбца	Кран/сейсм	Группа РСУ	Критерий	N (т)	Nk (т*м)	Ny (т*м)	Qx (т)	Mz (т*м)	Qy (т)		
1903	1	2	-	A1	2	- 276.594	0.008	- 1.131	0.458	- 0.380	0.410	1 2 3	
1903	1	1	-	A1	9	- 279.722	0.009	- 1.173	0.463	- 0.384	0.413	1 2 3	
1903	1	1	-	A1	10	- 217.157	0.005	- 0.322	0.365	- 0.296	0.356	1 3	
1903	1	2	-	B1	2	- 280.163	0.008	- 1.151	0.453	- 0.380	0.411	1 2 3 5	
1903	1	2	-	B1	4	- 278.247	- 0.003	0.144	0.747	0.154	- 0.043	1 2 3 4 5	
1903	1	1	-	B1	10	- 215.029	- 0.008	1.117	0.692	0.297	- 0.148	1 3 4	
1903	1	2	-	B1	13	- 274.678	- 0.003	0.164	0.752	0.154	- 0.043	1 2 3 4	
1903	1	1	-	B1	34	- 221.122	0.005	- 0.344	0.359	- 0.297	0.357	1 3 5	
1903	2	2	-	A1	2	- 277.086	0.008	- 0.912	0.458	- 0.576	0.410	1 2 3	
1903	2	1	-	A1	9	- 280.214	0.009	- 0.952	0.463	- 0.581	0.413	1 2 3	
1903	2	1	-	A1	10	- 217.649	0.005	- 0.147	0.365	- 0.466	0.356	1 3	
1903	2	2	-	B1	2	- 280.655	0.008	- 0.935	0.453	- 0.577	0.411	1 2 3 5	
1903	2	2	-	B1	4	- 278.740	- 0.003	0.500	0.747	0.174	- 0.043	1 2 3 4 5	
1903	2	1	-	B1	10	- 215.521	- 0.008	1.447	0.692	0.368	- 0.148	1 3 4	
1903	2	2	-	B1	13	- 275.171	- 0.003	0.523	0.752	0.175	- 0.043	1 2 3 4	
1903	2	1	-	B1	34	- 221.615	0.005	- 0.173	0.359	- 0.467	0.357	1 3 5	
1903	3	2	-	A1	2	- 277.579	0.008	- 0.693	0.458	- 0.772	0.410	1 2 3	
1903	3	1	-	A1	9	- 280.707	0.009	- 0.731	0.463	- 0.779	0.413	1 2 3	
1903	3	1	-	A1	10	- 218.142	0.005	0.027	0.365	- 0.636	0.356	1 3	
1903	3	2	-	B1	2	- 281.147	0.008	- 0.719	0.453	- 0.773	0.411	1 2 3 5	
1903	3	2	-	B1	4	- 279.232	- 0.003	0.857	0.747	0.194	- 0.043	1 2 3 4 5	
1903	3	1	-	B1	10	- 216.013	- 0.008	1.778	0.692	0.439	- 0.148	1 3 4	
1903	3	2	-	B1	13	- 275.663	- 0.003	0.853	0.752	0.196	- 0.043	1 2 3 4	
1903	3	1	-	B1	34	- 222.107	0.005	- 0.002	0.359	- 0.637	0.357	1 3 5	

Рис. 3. 31. Таблица РСУ для колонны

В качестве расчетных значений принимаем наибольшие из полученных результатов.

3.6 АВТОМАТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ САПФИР-ЖБК

Экспорт результатов армирования плит перекрытий и диафрагм САПФИР

► Для экспорта результатов армирования плит перекрытия в системе ВИЗОР-САПР нужно открыть диалоговое окно **Экспорт в САПФИР результатов армирования**. Для

этого откройте меню приложения **Файл** и выберите пункт  **–Экспорт в САПФИР**.

► В этом диалоговом окне, при выбранном типе файлов **Результаты армирования для САПФИР (*.asp)**, заданном имени файла и выбранной папке, в которую будет сохранен файл, созданный в результате экспорта (по умолчанию папка **Data**), щелкните по кнопке **Сохранить**.

Этап 23. Импорт результатов расчета арматуры в систему САПФИР-ЖБК

► Для того чтобы продолжить работу с ПК САПФИР, выполните следующие команды Windows:

Пуск → Программы → LIRA SAPR → САПФИР.

► Для того чтобы продолжить работу с примером воспользуйтесь меню **Файл → Открыть**. В открывшемся диалоговом окне **Открыть** выберите папку, в которую вы выполняли сохранение задачи (по умолчанию используется папка **Data**). Выделите строку с именем задачи и щелкните по кнопке **Открыть**.


Импорт результатов КЭ расчета

► В ПК САПФИР при открытой модели в служебном окне **Виды** выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши по строке **Общий вид**.


► Воспользуйтесь меню **Вид** → **Показать всю модель** (двойной щелчок средней кнопкой мыши в графической области), чтобы увидеть отображение всей модели на экране.

Этап 24. Формирование спецификаций арматуры и листа чертежа плиты перекрытия

► Выделите плиту перекрытия, выполнив щелчок левой кнопкой мыши в грань плиты.

► В панели свойств инструмента **Плита** щелкните по кнопке  - **Армирование плиты перекрытия**.

► Система откроет новую закладку окна под названием **Перекрытие на отм. ...** (рис. 3.32) с опалубочным чертежом плиты перекрытия и переключится на вид сверху.

► Щелкните по кнопке  - **Импортировать результаты КЭ расчета** на панели свойств инструмента **Армирование** для импорта результатов расчета арматуры.

► В открывшемся диалоговом окне **Загрузка результатов расчета армирования** выделите строку (имя файла) **.asp** и нажмите кнопку **Открыть**.

► Во время импорта результатов расчета армирования в окне **Служебной информации** отображаются следующие данные:

- нормативный документ, согласно которому был проведен расчет – **СНиП 2.03.01-84***;
- вид расчета сечений – **PCY**;
- номер варианта конструирования – **Вариант 1**;
- количество КЭ, которые геометрически соотнесены с армируемой плитой перекрытия;
- класс бетона – **B25**;
- класс арматуры – **A-III**.

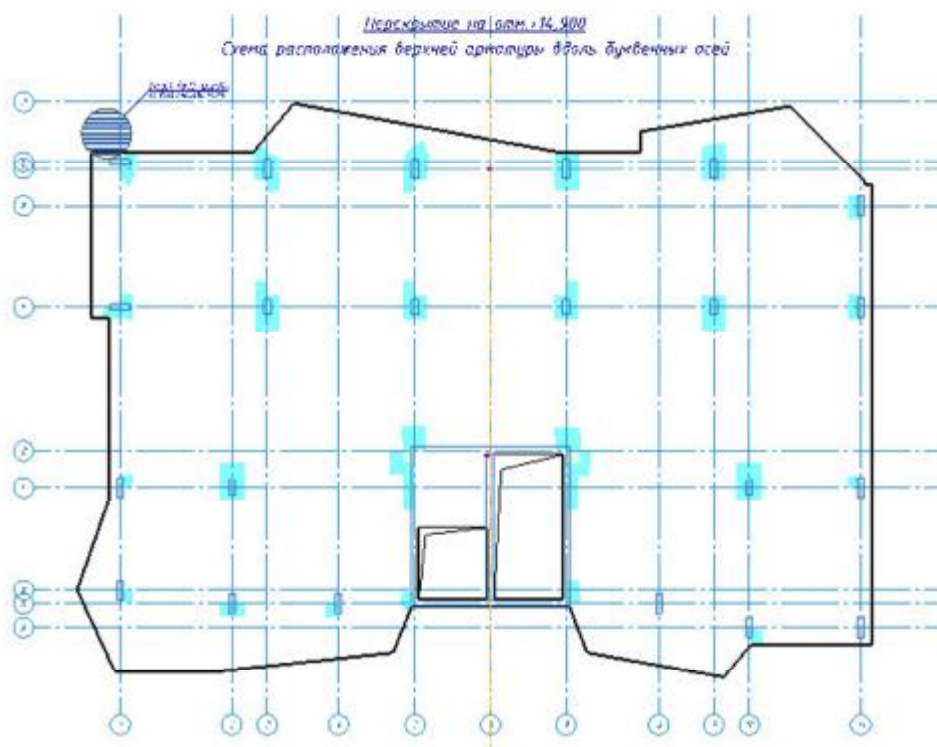


Рис.3.32. Изополя площадей армирования у верхней грани плиты вдоль буквенных осей.

Получение спецификации арматуры

- ▶ Щелкните по кнопке-**Спецификация арматуры** на панели свойств инструмента **Армирование**.
- ▶ Система откроет новую закладку окна под названием **Спецификация арматуры** (рис.3.33).

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Униф. дл., кг	Примечание
1	ГОСТ 10884-94	ø12А-III, L=13339 н.п.	-	11842.6	-	Учтён перерасход на на...
ОСп1	ГОСТ 10884-94	ø10А-I, L=1240	1006 шт.	769.1	-	120мм высота
Пн1		Ø25	136.46 м³			
Итого:				12611.7		в среднем 92.4 кг/м³

Рис.26. Диалоговое окно **Спецификация арматуры**

- ▶ После этого щелкните по кнопке **Ок**.
- ▶ Закройте диалоговое окно **Спецификация арматуры** щелчком по кнопке **✕** **Закреть**.

Формирование листа чертежа

- ▶ Щелкните по кнопке-**Спецификация арматуры** на панели свойств инструмента **Армирование**.
- ▶ В диалоговом окне **Спецификация арматуры** щелкните по кнопке **Поместить на чертёж**.
- ▶ В открывшемся диалоговом окне **Создать таблицы армирования** щелкните по кнопке **Таблицы**, чтобы поместить сформированные таблицы и ведомости на лист.
- ▶ Система откроет новую закладку окна, на котором уже будут размещены спецификация плиты, ведомость расхода стали, ведомость деталей и примечания.
- ▶ Чтобы поместить на лист схемы армирования плиты перекрытия, в служебном окне **Виды** необходимо развернуть древовидный список **Сборочные узлы** щелчком по нему левой кнопкой мыши.
- ▶ В списке **Сборочные узлы** выделите строку **Перекрытие на отм. ...** и выполните щелчок правой кнопкой мыши.
- ▶ В появившемся контекстном меню выберите пункт **Поместить на чертёж**.
- ▶ На листе чертежа появится опалубочный чертёж плиты со схемой расположения арматуры.
- ▶ Выделите схемы расположения арматуры, выполнив щелчок по ней левой кнопкой мыши и начните перемещение схемы.
- ▶ Зафиксируйте положение схемы в свободном пространстве листа выполнив одинарный щелчок левой кнопкой мыши (рис.3.34).
- ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение со схемы.

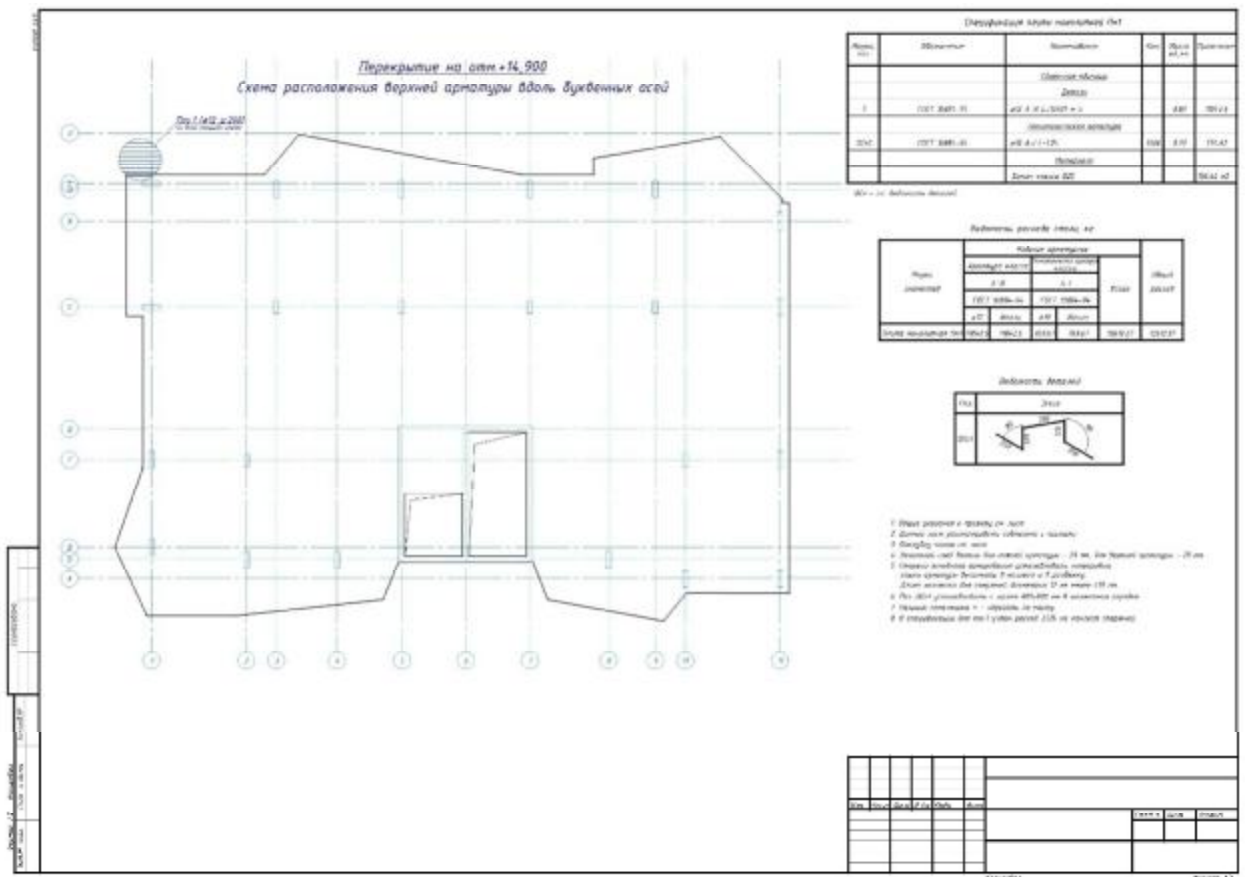


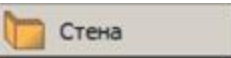



Рис. 3.34. Чертеж расположения арматуры в плите перекрытия на отметке +14.900

Этап 25. Формирование спецификаций арматуры и листа чертежа монолитной железобетонной диафрагмы.

- ▶ В ПК САПФИР при открытой модели в служебном окне **Виды** выполните двойной щелчком мыши по строке **Общий вид**.
- ▶ Воспользуйтесь меню **Вид** → **Показать всю модель** (двойной щелчок средней кнопкой мыши в графической области), чтобы увидеть отображение всей модели на экране.
- ▶ Выполните импорт результатов армирования в открытую модель, щелкнув кнопку  - **Результаты расчета** на панели инструментов **Результаты армирования**.
- ▶ Программа выполнит автоматический подбор вида под импортированные результаты – мозаику армирования и отобразит модель в каркасном режиме визуализации (рис. 3.35).
- ▶ Выполните щелчок по одной из самых нагруженных диафрагм.
- ▶ Щелкните по кнопке  - **Армирование диафрагм** на панели свойств инструмента  - **Стена**.

 Если армируемой стене предварительно не была назначена марка, то ПК САПФИР выдаст предупреждение, что **Выделенной стене не назначена марка. Назначить?** (рис. 3.36 а). Щелкните по кнопке **Да**. В появившемся диалоговом окне **Маркировка элементов конструкции** (рис. 3.36 б) согласитесь с маркировкой по

умолчанию или введите необходимое значение и щелкните по кнопке **Да**. В сборочный узел выделится именно та стена, которая была указана.

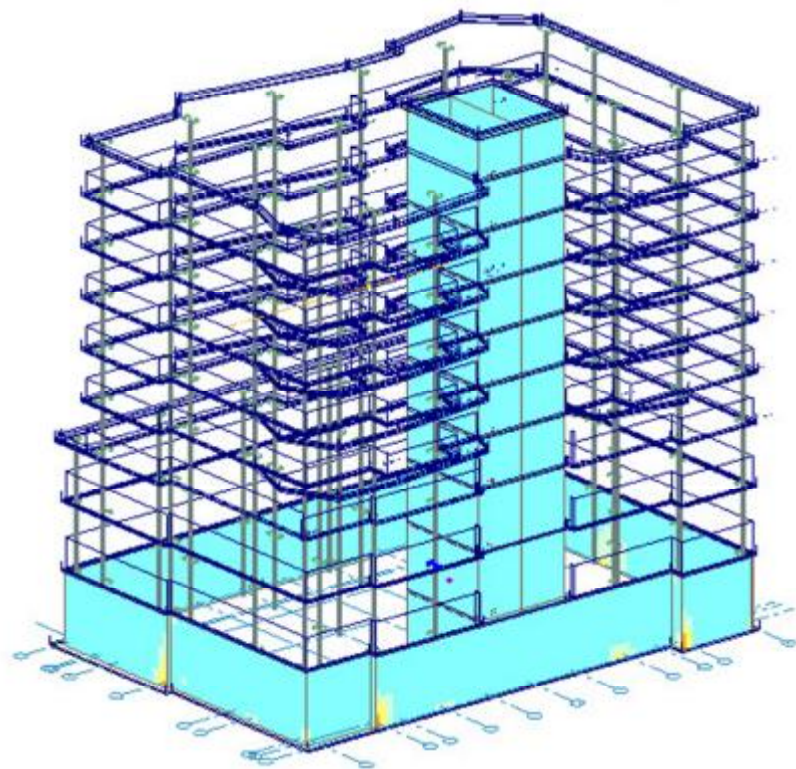
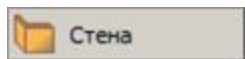


Рис. 3.35. Визуализация расчетного армирования



Имеет значение способ создания стены. Если стена была создана с включенной опцией **Цепочка**, то армироваться будет развертка стены. Для армирования только одного сегмента стены, необходимо выделить стену и на панели свойств инструмента



-**Стена** нажать кнопку



-**Разделить на сегменты** (рис. 3.37).

После этого требуется заново подгрузить результаты расчета армирования через меню **Файл** → **Импорт**.

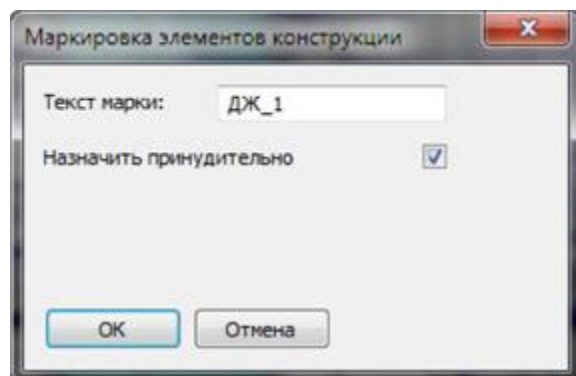
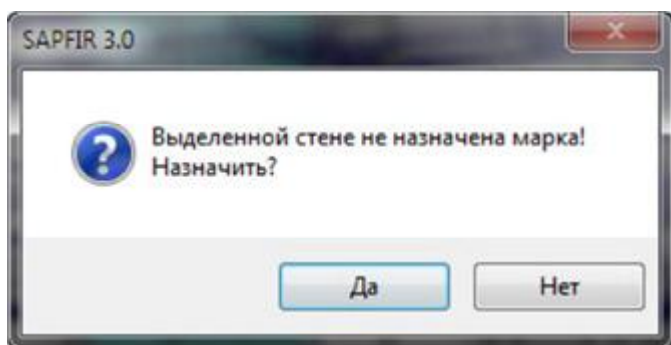


Рис. 3.36 а) Диалоговое окно предупреждения; б) Диалоговое окно маркировки

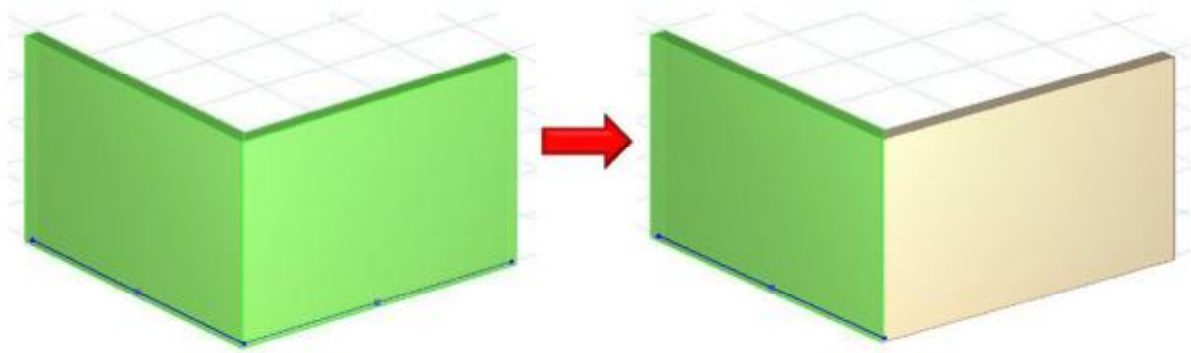


Рис. 3.37. Разделение стены на сегменты

► В открывшейся новой закладке **Армирование диафрагмы ДЖ_1** железобетонная стена уже получила некий начальный вариант автоматической расстановки стержней. Зоны армирования диафрагм подобраны с таким шагом и диаметром чтобы соответствовать необходимой расчетной площади армирования в КЭ, рис. 3.38.

Обрамление отверстий

► Выполните щелчок по контуру проема для его выделения.

► Выберите инструмент  **Детали** на панели **Инструменты**.

► Выполните щелчок по кнопке **Обрамление отверстия** на панели свойств инструмента-**Детали**.

► В открывшемся диалоговом окне **Обрамление отверстия** (рис. 3.39) введите следующие данные:

► отключите кнопку **П-элементы по периметру**;

► значение шага **S**, мм – 100 для прямых стержней по вертикали, горизонтали и по диагонали;

► значение **S'**, мм – 100 для прямых стержней по вертикали и по горизонтали.

► Щелкните по кнопке **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно и применить сделанные изменения (рис. 3.40).

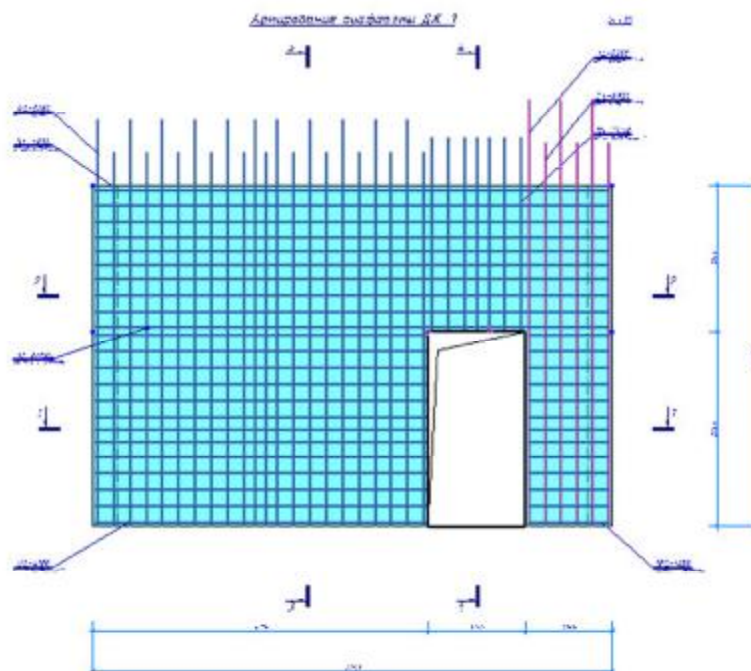


Рис. 3.38. Автоматическое проектирование диафрагмы ДЖ-1

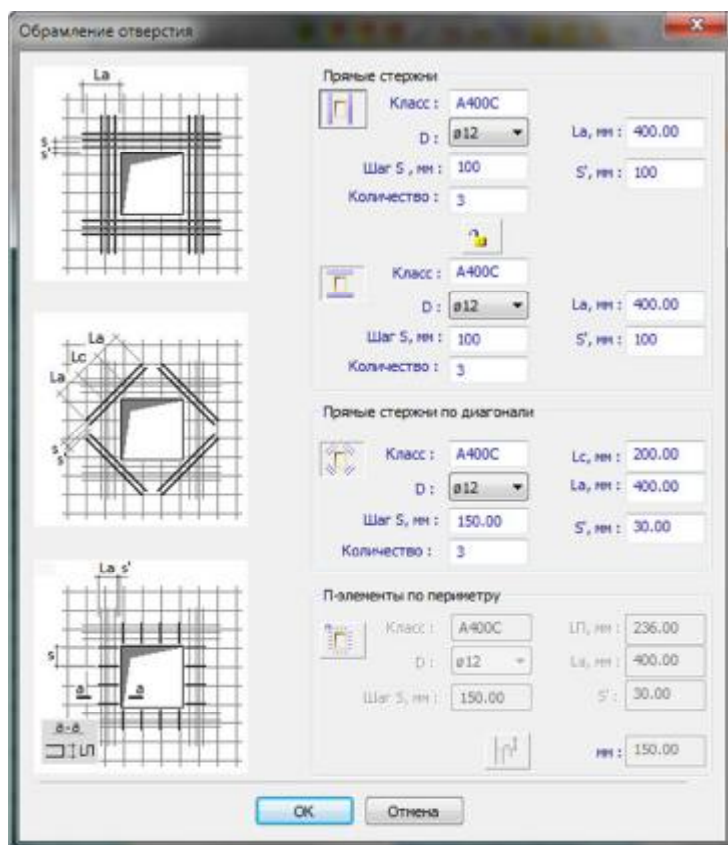


Рис. 3.39. Диалоговое окно **Обрамление отверстия**

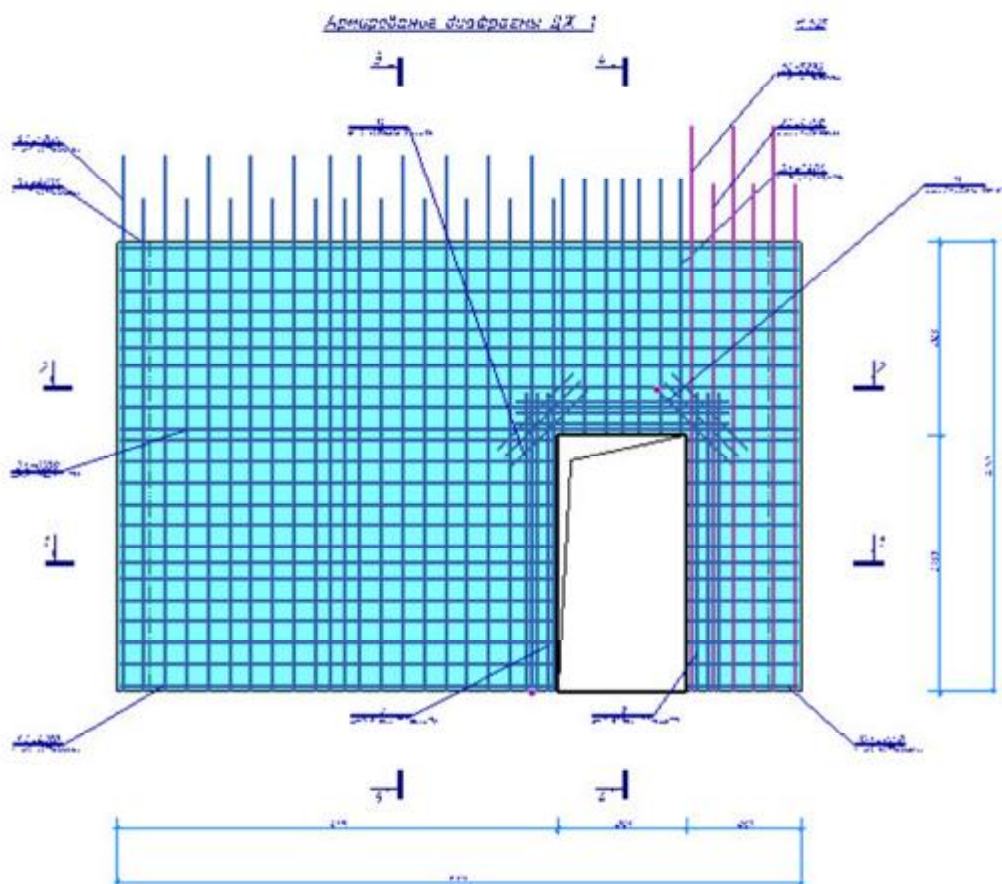


Рис. 3.40. Запроектированная диафрагма с обрмленным отверстием

Работа с разрезами диафрагмы. Создание разреза диафрагмы ДЖ-1



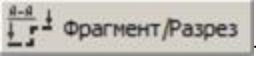

- ▶ Выберите инструмент  - **Фрагмент/Разрез** на панели **Инструменты**.
- ▶ Проконтролируйте, чтобы был выбран тип  - **Простой разрез** на панели свойств инструмента  - **Фрагмент/Разрез**.
- ▶ Выполните щелчок слева от диафрагмы на середине высоты диафрагмы.
- ▶ Укажите вторую точку разреза справа от диафрагмы.
- ▶ Укажите третью точку сверху от обозначения разреза, чтобы направление взгляда было вниз.
- ▶ В служебном окне **Виды** выполните двойной щелчок по строке **Армирование диафрагмы ДЖ_1** в разделе **Разрезы**. В новой закладке откроется разрез диафрагмы (рис. 3.41).


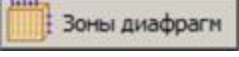


Рис. 3.41. Разрез диафрагмы ДЖ_1

Назначение размеров

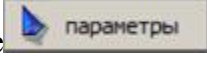
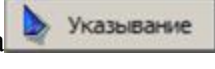
- ▶ Выберите инструмент - **Обозначение** на панели **Инструменты**.
- ▶ На панели свойств инструмента - **Обозначение** выберите тип обозначения/размера - **Цепочка размеров**.
- ▶ Проконтролируйте, чтобы было выбрано направление - **Вдоль X**.
- ▶ Задайте первую точку цепочки размеров в левой крайней точке разреза, а вторую - в правой крайней, чтобы обозначить начало и конец цепочки.
- ▶ Выполните образмеривание стены, указав последовательно точки в начале стены, в начале проема, в конце проема, в конце стены.
- ▶ Нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре для завершения ввода.
- ▶ Выделите созданную цепочку размеров, выполнив щелчок по ней.
- ▶ Выберите инструмент  - **Перенос вершины** на панели инструментов **Редактирование**.
- ▶ Нажмите на контрольную точку цепочки размеров и удерживая нажатой кнопку мыши потяните ее вниз.
- ▶ Выполните щелчок на некотором удалении от разреза в месте, где будет располагаться цепочка размеров.

Маркировка элементов на разрезе

- ▶ Выделите левую зону армирования диафрагмы, выполнив щелчок по ней.
- ▶ Выполните щелчок по кнопке  - **Марка-выноска** на панели свойств инструмента  - **Зоны диафрагм**.
- ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение с зоны.
- ▶ Промаркируйте остальные зоны армирования на разрезе.

Применение шпилек

► Выделите вертикальные зоны армирования диафрагм, удерживая нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре.

► Выполните щелчок по кнопке  **Параметры** на панели свойств инструмента  **Указывание**.

► В открывшемся диалоговом окне **Параметры объектов** установите значение **Да** для параметра **Применять шпильки**.

► Выполните щелчок по кнопке **Применить**.

Окончательное оформление сечения показано на рис. 3.42

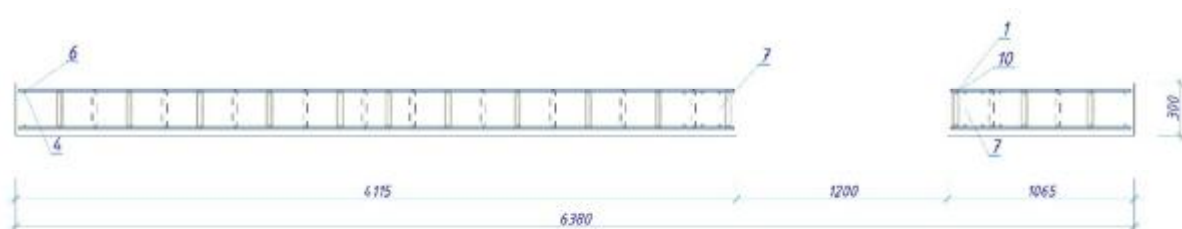


Рис. 3.42. Разрез диафрагмы ДЖ_1 с маркировкой, размерами и применением шпилек в зоне армирования

Генерация чертежей в автоматическом режиме.

► В служебном окне **Виды** выполните двойной щелчок по строке **Армирование диафрагмы ДЖ_1**.

► Откроется новая закладка или автоматически активируется уже открытая с выбранным видом армирования.

► В служебном окне **Свойства** отобразятся свойства для выбранного вида **Армирование диафрагмы ДЖ_1**. Выполните щелчок по строке **Масштаб вида**.

► В открывшемся диалоговом окне **Масштаб вида** (рис. 3.43) введите в поле редактирование значение 25, установив таким образом масштаб **1:25**.

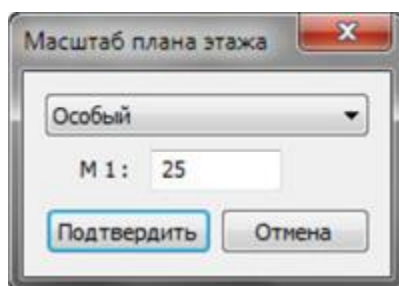
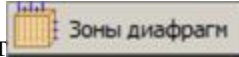
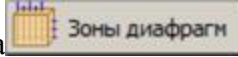


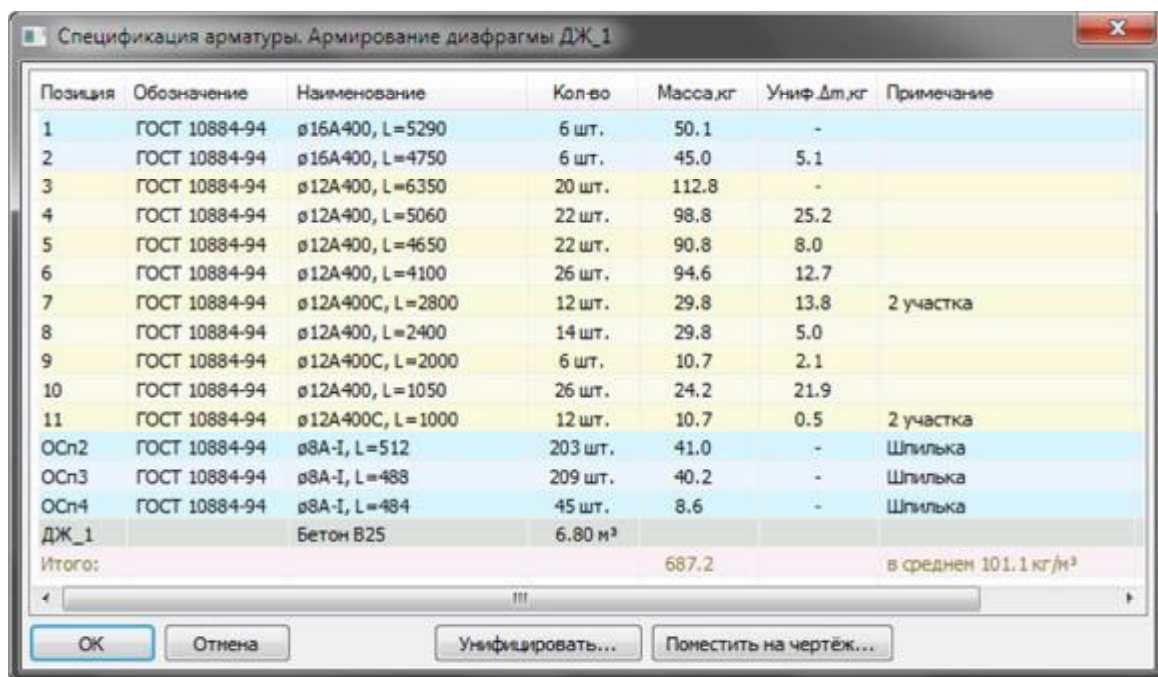
Рис. 3.43. Диалоговое окно **Масштаб вида**

► Выполните щелчок по кнопке **Подтвердить**.

► Выберите инструмент  **Зоны диафрагм** на панели **Инструменты**.

► На панели свойств инструмента  **Зоны диафрагм** выполните щелчок по кнопке **Спецификация арматуры**.

- В открывшемся диалоговом окне  **Спецификация арматуры** (рис. 3.44) выполните щелчок по кнопке **Поместить на чертёж**.



Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Униф. Дл., кг	Примечание
1	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=5290	6 шт.	50.1	-	
2	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=4750	6 шт.	45.0	5.1	
3	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=6350	20 шт.	112.8	-	
4	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=5060	22 шт.	98.8	25.2	
5	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=4650	22 шт.	90.8	8.0	
6	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=4100	26 шт.	94.6	12.7	
7	ГОСТ 10884-94	ø12A400С, L=2800	12 шт.	29.8	13.8	2 участка
8	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=2400	14 шт.	29.8	5.0	
9	ГОСТ 10884-94	ø12A400С, L=2000	6 шт.	10.7	2.1	
10	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=1050	26 шт.	24.2	21.9	
11	ГОСТ 10884-94	ø12A400С, L=1000	12 шт.	10.7	0.5	2 участка
ОСп2	ГОСТ 10884-94	ø8А-I, L=512	203 шт.	41.0	-	Шпилька
ОСп3	ГОСТ 10884-94	ø8А-I, L=488	209 шт.	40.2	-	Шпилька
ОСп4	ГОСТ 10884-94	ø8А-I, L=484	45 шт.	8.6	-	Шпилька
ДЖ_1		Бетон В25	6.80 м³			
Итого:				687.2		в среднем 101.1 кг/м³

Рис. 3.44. Диалоговое окно **Спецификация арматуры**

- Откроется диалоговое окно **Вычертить таблицы ведомостей и спецификаций арматуры** (рис. 3.45) с предложенным вариантом привязки таблиц к границам чертежа.

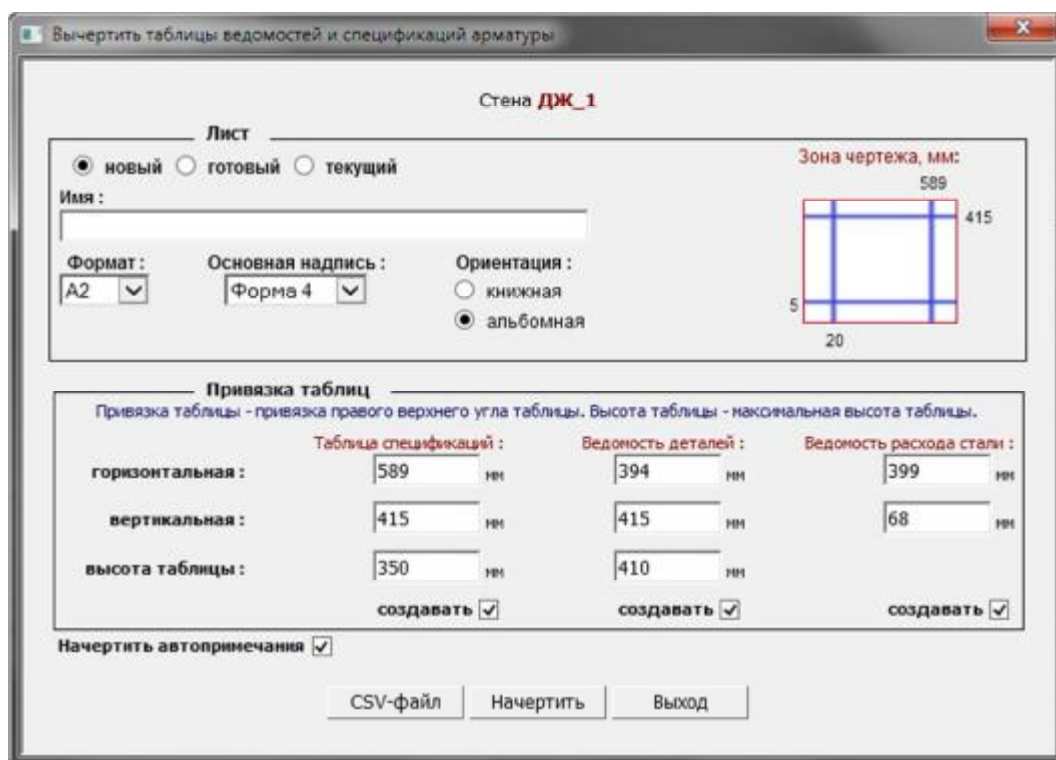



Рис. 3.45. Диалоговое окно **Вычертить таблицы ведомостей и спецификаций арматуры**

- ▶ В поле редактирования для имени листа введите название **Армирование монолитной диафрагмы ДЖ_1**.
 - ▶ Выполните щелчок по кнопке **Начертить**.
 - ▶ Система откроет новую закладку окна с листом, на котором уже будут размещены спецификация арматуры поддиафрагме, ведомость расхода стали, ведомость деталей и автопримечания.
 - ▶ В служебном окне **Виды** разверните древовидный список **Сборочные узлы** щелчком мыши.
 - ▶ В списке **Сборочные узлы** выполните щелчок по строке **Армирование диафрагмы ДЖ_1** и, удерживая нажатой кнопку мыши, затяните вид армирования на лист.
 - ▶ Выполните щелчок в месте, где хотите расположить схему армирования диафрагмы, чтобы зафиксировать ее положение.
 - ▶ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре, чтобы снять выделение со схемы.
 - ▶ Таким же образом вытяните на чертеж разрезы диафрагмы.
 - ▶ Для редактирования положения объектов на чертеже используйте команду  - **Перенос**, расположенную на панели инструментов **Редактирование**.
- Общий вид чертежа приведен на рис. 3.46.

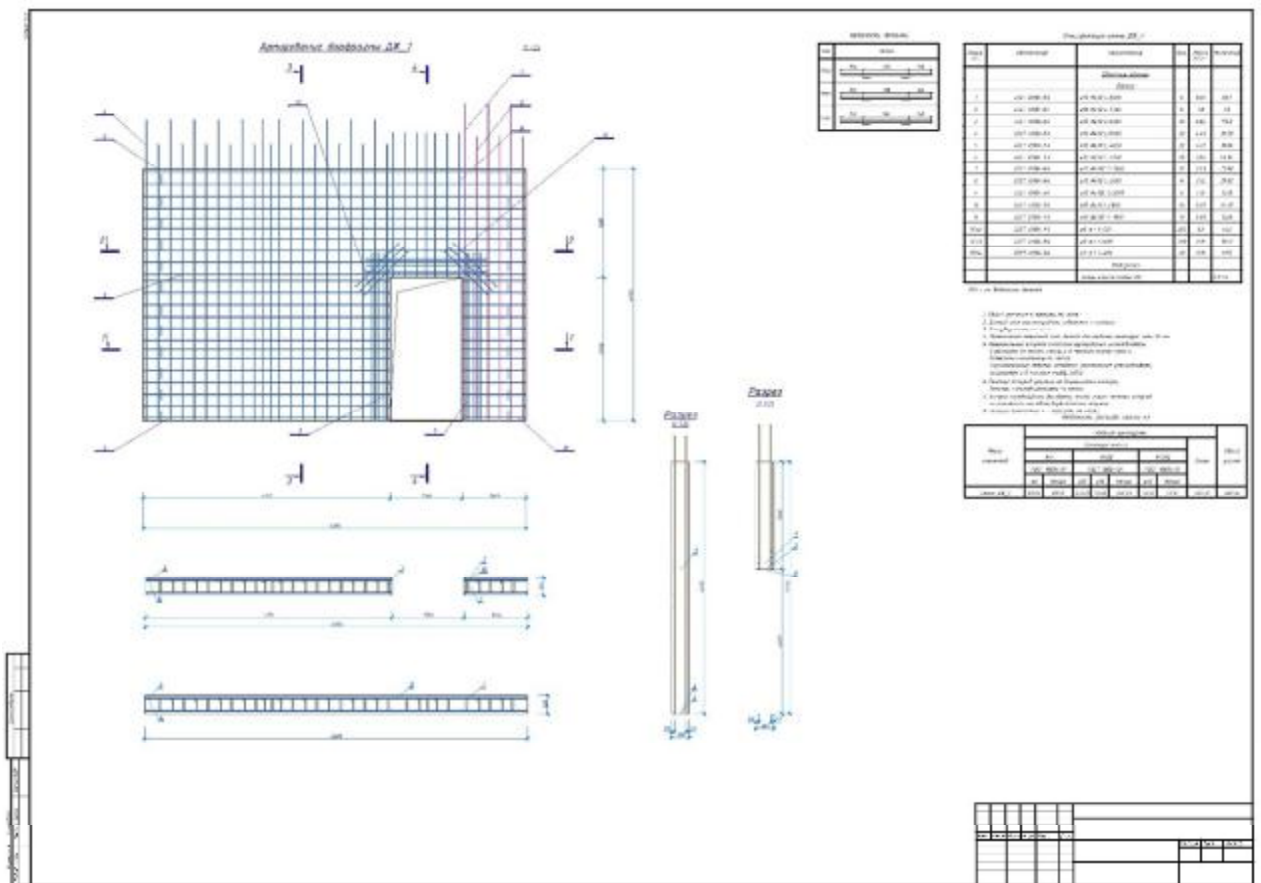


Рис. 3.46. Чертеж армирования монолитной стены ДЖ_1

4 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

4.1 Текстовая часть.

Расчет оформляется в виде книги согласно требований ЕСКД (СПДС) на листах формата А4 с рамкой и указанием страниц. Обязательно выполнение обложки. На втором листе приводится содержание и выполняется штамп по форме. Обязательна нумерация рисунков и таблиц (сквозная или по разделам), список литературы.

Текстовую часть обязательно должны сопровождать рисунки в виде: необходимых схем (расчетных и приложений нагрузок) указанием значений, соответствующих проектным;

исходный план или схему расположения несущих элементов каркаса
общий вид архитектурной, аналитической и конечно-элементной моделей;
результаты в виде изополей перемещений, усилий (напряжений), армирования - в цвете

схемы армирования - дополнительного или фрагментов.

Подпись студента ручкой на обложке и штампе перед сдачей работы обязательна.

4.2.Графическая часть

Пример выполнения листов графической части представлен в Приложении. Чертежи выполняются на формате А1, согласно рекомендуемой компоновке, в соответствии с требованиями ЕСКД (СПДС).

При выполнении чертежей в программах AUTOCAD желательно соблюдение следующих рекомендаций:

1. Использование трех весов (толщин) линий:
 - 0,18 мм – размерные и неосновные линии, заливки, тексты.
 - 0,30-0,35 – основные линии контуров элементов
 - 0,5-0,7 – арматура
2. Использование единого размерного стиля. Минимальная высота шрифта – 2,5 мм.

3. Высота шрифта заголовков -3.5(4) мм, остального шрифта 2,7-3,0 мм.

На все схемы наносят:

1. координационные оси здания, размеры, определяющие расстояния между ними, размерную привязку граней элементов конструкций (осей арматурных стержней) к координационным осям сооружения или, в необходимых случаях, к другим элементам конструкций, другие необходимые размеры;

2. отметки наиболее характерных уровней элементов конструкций;

3. позиции (марки) элементов конструкций;

4. обозначения узлов и фрагментов.

На листах приводят следующие таблицы, формы см. в Приложении 2:

а) спецификацию железобетонного изделия,

б) ведомость расхода стали

в) тэп

При использовании элементов сложной формы (гнутых), приводится их изображение в виде эскизов деталей

Лист 1 Конструктивные решения плиты перекрытия типового этажа на отм...

включает следующие изображения:

схему опалубки в М 1:200

схему основного верхнего(нижнего) армирования -отдельно по направлению цифровых и буквенных осей или совмещенная в М 1:100

- схему дополнительного верхнего(нижнего) армирования -отдельно по направлению цифровых и буквенных осей или совмещенная в М 1:200
- характерные сечения плиты
- необходимые фрагменты.

В технических требованиях к листу при необходимости, приводят указания о устройстве армирования (подрезка, анкеровка, перепуски стержней), прочности бетона на момент распалубки, минимальных защитных

слоях, способе изготовления каркасов и сеток и т.д. Сечения (фрагменты) выполняются в масштабе 1:20, 1:10.

На схему армирования наносят:

- Контуры конструкций – сплошной основной линией;
- Условные изображения арматурных стержней – очень толстой линией;
- Размеры, определяющие положение арматурных и закладных деталей и толщину защитного слоя бетона – тонкими линиями.

При необходимости, на схеме указывают фиксаторы для обеспечения проектного положения арматуры.

На схеме армирования применяют следующие упрощения:

- каркасы и сетки изображают условно, в соответствии с требованиями ГОСТ;
- если конструкция имеет равномерно расположенные каркасы или сетки, то их маркируют только по концам ряда, указывая номера позиций и в скобках число изделий;
- на участках с отдельными стержнями, расположенными на равных расстояниях, изображают один стержень с указанием на полке линии - выноски его позиции, а под полкой линии - выноски шага, или, если шаг не нормируется, количества стержней.

На листе приводят следующие таблицы:

а) спецификацию железобетонного изделия, которая состоит из подразделов, которые располагаются в следующей последовательности:

1. основное армирование;
2. дополнительное армирование;
3. конструктивное армирование;
4. материалы.

б) ведомость расхода стали на плиту

в) тэп по плите

При использовании элементов сложной формы (гнутых), приводится их изображение в виде эскизов деталей

Лист 2. Конструктивные решения колонны и стены на отм. 0,000

включает следующие изображения:

схему расположения колонн и стен на отм. 0,000, М 1:200

схему армирования колонны (вид сбоку) в двух проекциях (для прямоугольных колонн), 1:20, 1:10 и характерные сечения к ней, М 1:10

схему армирования стены (вид сбоку) в М 1:20, 1:10 и характерные сечения к ней в плане и в разрезе, М 1:10.

эскизы хомутов.

На листе приводят следующие таблицы:

а) спецификацию железобетонного изделия, которая состоит из подразделов:

колонна

-армирование

- материал

стена

-армирование

- материал

б) ведомость расхода стали на колонну и стену

в) тэп на колонну и стену

При необходимости допускается объединять ведомость расхода арматуры и тэп на один лист или переносить отдельные изображения, с учетом указаний соответствующих ссылок. Допускается увеличение количества листов графической части для размещения всех требуемых чертежей.

Схема основного нижнего и верхнего армирования бортов буровых осей М 1:100

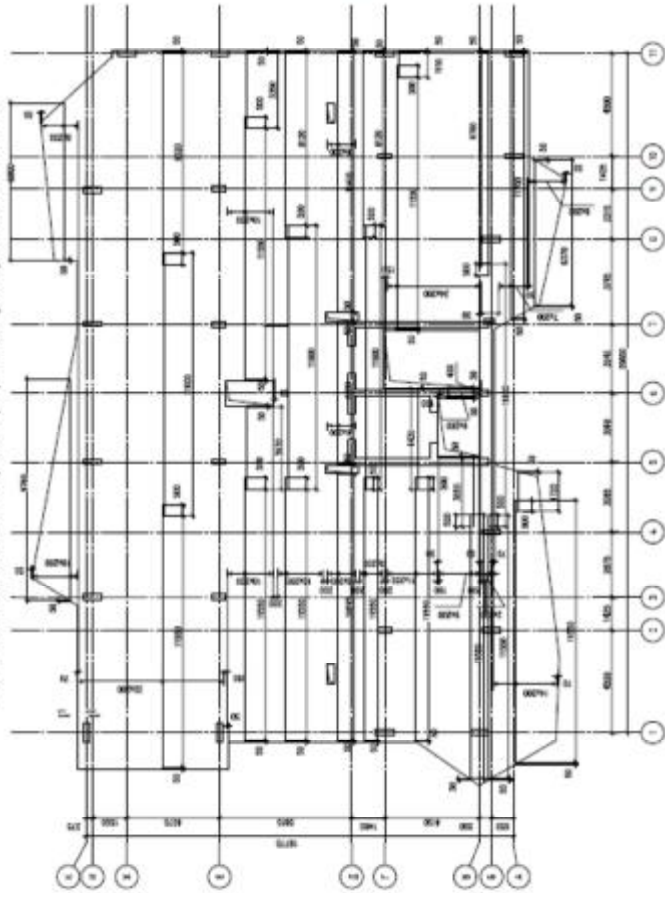
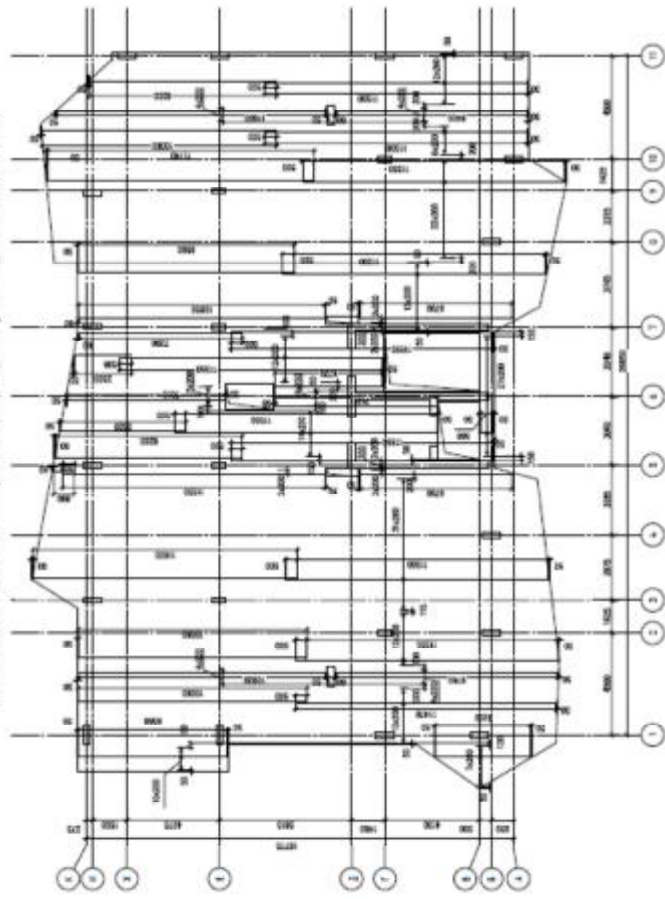


Схема основного нижнего и верхнего армирования бортов ширтовых осей М 1:100



Опалубочная схема перетрота на отв. +21.300 М 1:200

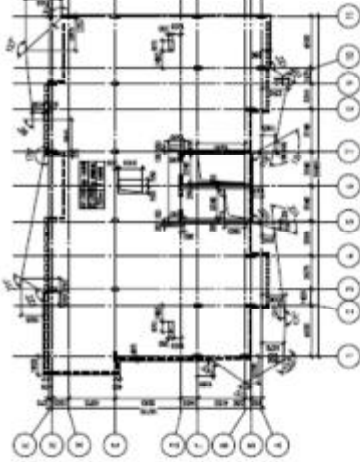


Схема дополнительного верх. арм. бортов ширтовых осей М 1:200

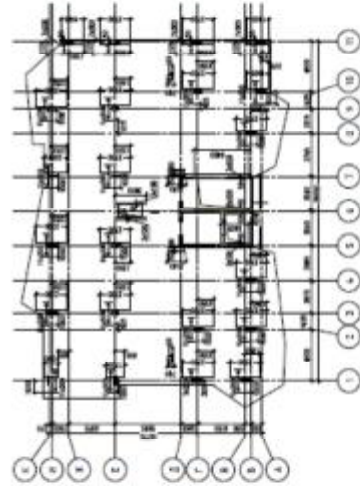
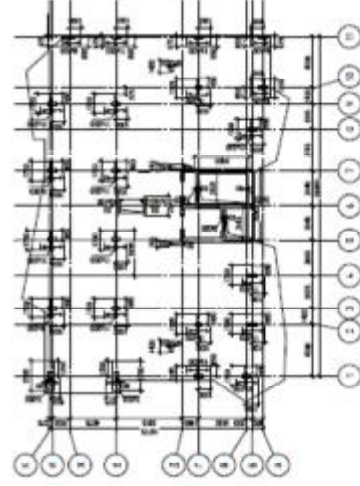


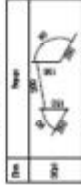
Схема дополнительного верх. арм. бортов буровых осей М 1:200



Общая таблица материалов

№ п/п	Объем	Наименование	Тех. условия	
			Группа	Сорт
1	102 1000-06	Арматура стальная класс А32С	А32С	В
2	102 1000-04	Арматура стальная класс А32С	А32С	В
3	102 1000-01	Арматура стальная класс А32С	А32С	В

№ п/п	Объем	Наименование	Тех. условия	Группа	Сорт
5	102 1000-03	Арматура стальная класс А32С	А32С	В	
6	102 1000-05	Арматура стальная класс А32С	А32С	В	



1:100

1:100

1:100

- Обращаем внимание:**
- В проекте 0.00 приняты следующие материалы: А32С-В.
 - Арматура поставляется по стандарту ГОСТ 10884-81.
 - Арматура должна быть прогрунтована при монтаже.
 - Схема работы протектора и также арматура в рабочей структуре должна быть дана отдельно (включая) на листе 3/3.
 - Плотность бетона после отгрузки материалу 2400 кг/м³.
 - В местах пересечения арматуры должен быть обеспечен зазор не менее 20 мм.
 - Образованные швы арматуры должны быть сварены внахлестку с шагом не менее 25 диаметров арматуры.

Информация об объекте	
№ проекта	87-425 П/1/0302
Исполнитель: ООО «СМУ-300»	
Исполнитель: ООО «СМУ-300»	
Дата	01.09.2010
Лист	1 из 3

Формы таблиц и спецификаций

Форма 1

ФОРМА 1

Ведомость расхода стали на элемент, кг

Марка элемента		Напрягаемая арматура		Издалия арматур Арматура класса		Ные	
		ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	Всего	
ГОСТ		ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	Итого	
E—		E—	E—	E—	E—	Итого	

40

12 min

8 min

Окончание ведомости расхода стали

арматурные		Общий расход	
Прокат марки		Всего	
ГОСТ		Итого	
E—		E—	

Издалия Арматура класса		ГОСТ	
ГОСТ		ГОСТ	
E—		E—	

Спецификация
(наименование конструкции)

Кратно 8	15	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
	8					
		10	70	73	10	22
		185				

ТЭП

20	8	Марка элемента	Масса эле- мента	Бетон		Расход стали		8
				класс	объем м ³	на эле- мент, кг	на 1 м ² кг	
		45	25	20	20	20	20	
		150						

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ССЫЛОК НА ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ:

1. <https://sapr.ru/article/20930>
2. <https://www.liraland.ru/lira/systems/construction.php>
3. <https://rflira.ru/products/sapphire/>
4. СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85*) Нагрузки и воздействия. Госстрой России.- М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с.
5. СП 63.13330.2012. (СНиП 52-01-2003) Бетонные и железобетонные конструкции. основные положения. «НИИЖБ» Госстроя России. 2013.
6. Железобетонные и каменные конструкции /В. М Бондаренко, Р.О. Бакиров и др.– 2-е изд.– М.: Высш. шк., 2008. – 436 с.
7. Соколов Б.С. Никитин Г.П. Седов А.Н. Примеры расчета и конструирования железобетонных конструкций по СП 52-101-2003. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2009г. – 96с.
8. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции