

Использование графического редактора при создании расчетной схемы в программе SCAD

Цель: освоить особенности совместной работы двух программ, AutoCAD и SCAD, при создании расчетной схемы.

Введение

При работе с программой SCAD иногда довольно много времени занимает создание каркаса расчетной схемы, так как для добавления, какого либо элемента необходимо вычислять координаты узлов, причем геометрические построения и расчеты необходимо сделать заранее, да и сам ввод при сложных схемах затруднителен и продолжителен. Для автоматизации создания каркаса расчетных схем можно воспользоваться графическими редакторами, в которых производятся все построения и вычисления, начерченная таким образом схема может быть импортирована в SCAD с преобразованием примитивов черчения в конечные элементы.

В программе SCAD реализована возможность импорта данных через форматы DXF и DWG, поэтому существует возможность создавать расчетные схемы в программе AutoCAD.

Задание №1

Задание: импортировать расчетную схему здания из AutoCAD в SCAD согласно варианту (табл. 1, табл. 2).

Пример:

Исходные данные:

Схема №6, $H_1=14,4$ м, $H_2=8,4$ м, $B=6$ м, $L_1=24$, $L_2=12$, $N_b=7$.

Рассчитываем параметры схемы, рис. 1. Выбор элементов каркаса произвольный.

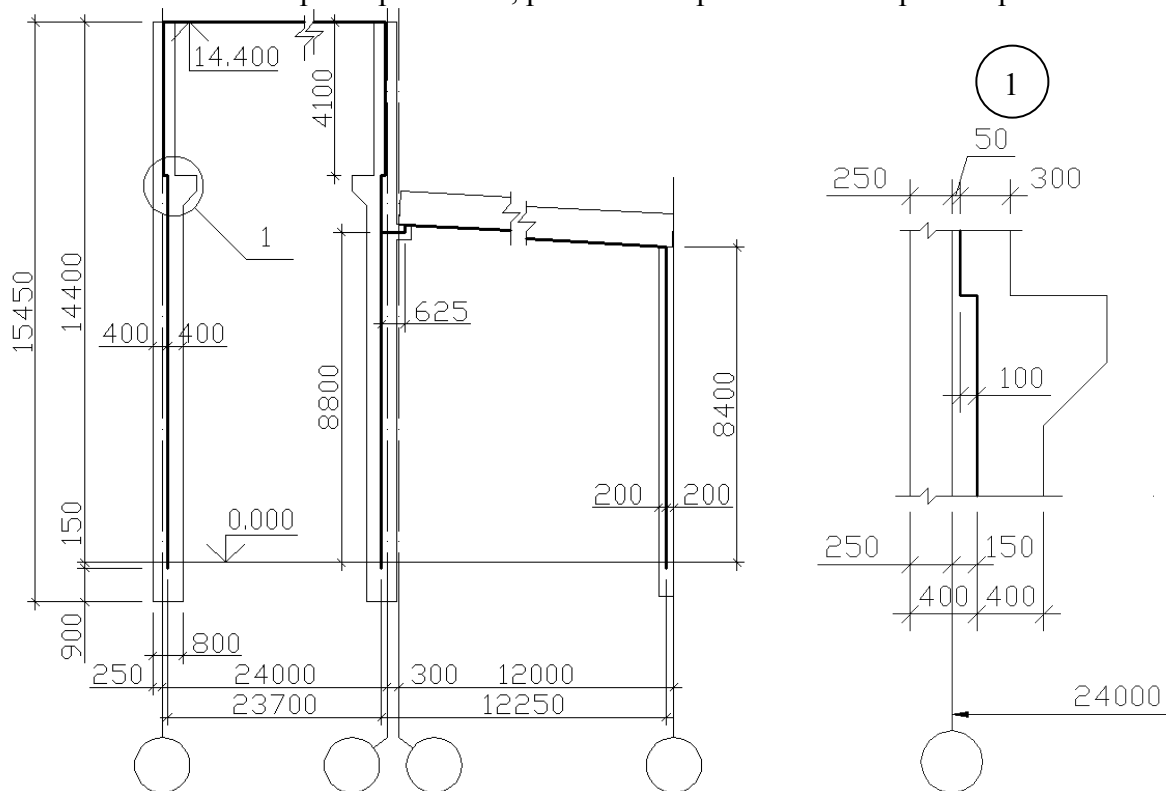


Рис. 1. Параметры расчетной схемы.

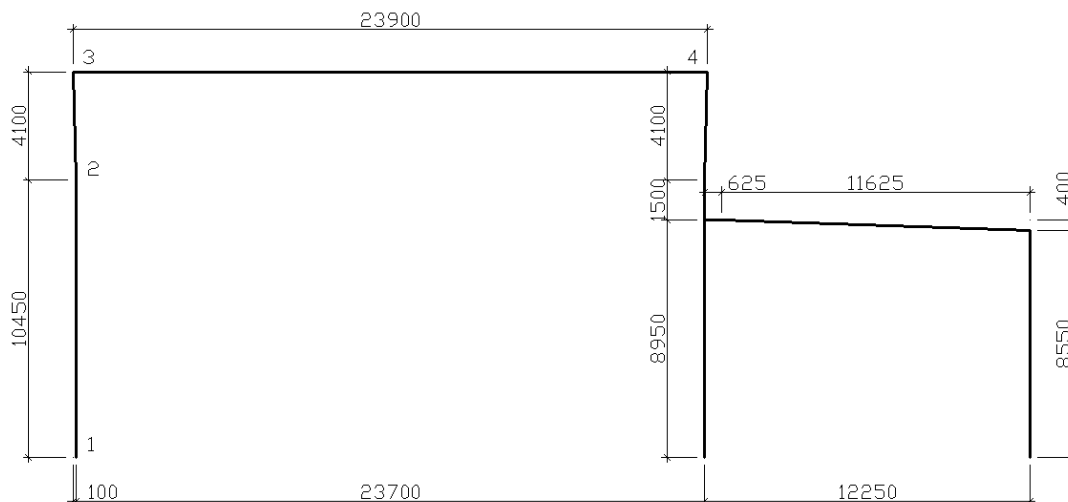


Рис. 2. Плоский каркас поперечной рамы.

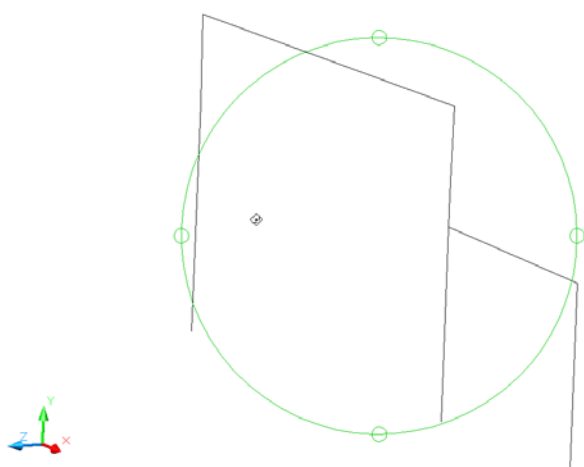


Рис. 3. Орбитальное кольцо.

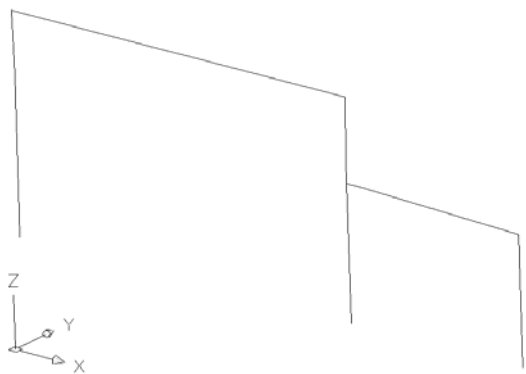


Рис. 4. Результат выполнения команды ROTATE3D

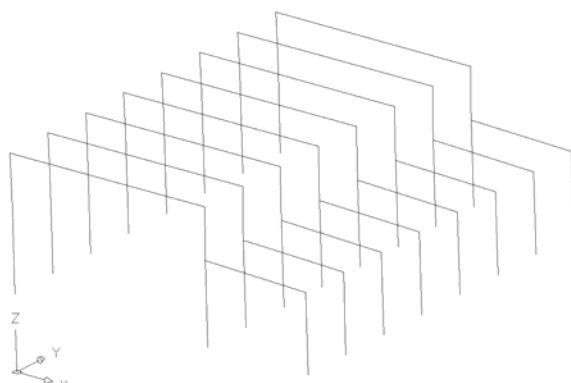













Рис. 5. Результат выполнения команды ARRAY
Krieger

Вычерчиваем плоский каркас поперечной рамы. Так как соединение подкрановой и надкрановой частей будем осуществлять при помощи жестких вставок, то в AutoCAD отрезок, соединяющий их, не вычерчиваем. Вызываем команду LINE (линия, кнопка ) или PLINE (полилиния, кнопка ) указываем первую (1) точку (рис. 2), отводим курсор, вертикально вверх используя полярную или ортогональную привязки, указываем следующую точку (2) введя в командную строку длину отрезка (**10450**), подтверждаем, нажав клавишу **Enter** (любой ввод с клавиатуры должен завершаться этой клавишей, далее не оговаривается) – первая линия начерчена. Далее не отменяя команды, указываем следующую точку (3) указав её координаты относительно точки 2: **@-100,4100**. Для того чтобы указать следующую точку отрезка (4) отведем курсор горизонтально вправо и укажем длину отрезка: **23900**. Остальные отрезки вычерчиваются аналогично.

После того как мы вычертили плоский каркас поперечной рамы её нужно скопировать вдоль здания. Для ориентации в пространстве воспользуемся 3D-орбитой (команда 3DORBIT, кнопка на панели инструментов *3D-орбита* ). Команда позволяет динамически изменять вид трехмерных объектов с помощью устройства указания. Если в момент вызова команды в рисунке были выбраны какие-то объекты, то в дальнейших манипуляциях установки вида участвуют только они. При отсутствии выбранных объектов динамическое изменение показывает новое положение всех видимых объектов рисунка. На период работы команды 3DORBIT на виде появляется орбитальное кольцо (рис. 3). Центр орбитального кольца совпадает с центром вида,

вокруг которого пользователь может перемещать свою камеру. При движении устройства указание курсор может принимать разные формы, что влияет на механизм вращения вида. Если курсор находится внутри орбитального кольца, то он принимает форму сферы с двумя внешними окружностями-орбитами . В этом случае нажатие левой кнопки мыши и перемещение курсора внутри кольца вращает вид вокруг точки цели. Вращение возможно во всех направлениях. Если курсор находится вне орбитального кольца, он выглядит как сфера с внешней окружностью-стрелкой . В этом случае нажатие левой кнопки мыши и перемещение курсора вне кольца вращает вид вокруг оси, проходящей через центр орбитального кольца перпендикулярно экрану. Если курсор находится на левом или правом малом кругах, расположенных в точках левого и правого квадрантов орбитального кольца, то он принимает форму сферы с горизонтальным эллипсом-стрелкой . Нажатие кнопки мыши и перемещение курсора из этих точек вызывает вращение вида относительно вертикальной оси, расположенной в плоскости орбитального кольца и проходящей через его центр. То же, если курсор находится на верхнем или на нижнем малом кругах орбитального кольца, но вращение вида происходит относительно горизонтальной оси, расположенной в плоскости кольца и проходящей через его центр.

Для удобства повернём раму относительно прямой параллельной оси OX, для этого вызовем команду ROTATE3D, после чего укажем ось вращения (параллельную оси OX) двумя точками курсором на экране, далее вводим в командной строке угол поворота: **90°** (рис. 4). Для копирования каркаса вызовем команду ARRAY (массив, кнопка ) в появившемся диалоговом окне **Массив** выбираем переключатель **Прямоугольный массив** и заполняем поля ввода, *Строки: 8, Колонки: 1, Смещение строки: 6000, Смещение колонки: 0, Угол массива: 0*, выбираем объекты для копирования, нажав соответствующую кнопку  (рис. 5). Так как привязка торцевых рам 500 мм, для этого выделим торцевую раму и вызовем команду MOVE (перемещение, кнопка ) после чего укажем базовую точку в любом месте экрана, отведем курсор по направлению оси OY (во внутрь здания) и наберем в командной строке **500**, после подтверждения рама переместится в заданном направлении. То же проделываем со второй торцевой рамой.

Вычерчиваем связи (команда LINE, кнопка ) для указания конечных точек отрезков используем объектные привязки (рис. 6.). Одинаковые отрезки или группы отрезков копируем. Для этого выделяем отрезки, которые необходимо скопировать вызываем команду COPY (кнопка ) указываем базовую точку. Это может быть любая точка чертежа, но удобнее указать одну из характерных точек копируемого объекта. Далее указываем вторую точку, этим мы зададим вектор, параллельно которому будет скопирован объект. Направление вектора можно задать при помощи объектной привязки (наведя курсор на характерную точку, отрезок, но, не нажимая кнопки мыши), а расстояние до конечной точки вектора указать числом в командной строке. После подтверждения (ENTER) отрезки будут скопированы. Набор команд описанных выше достаточен для построения пространственной расчетной схемы в AutoCAD, для вычерчивания более сложных и заковыристых схем студент проявляет наряду с дополнительными построениями (которые потом удаляются) находчивость и смекалку.

В местах пересечения линий необходимо делать разрывы, иначе при вставке в SCAD в этом пересечении не будет создан узел.

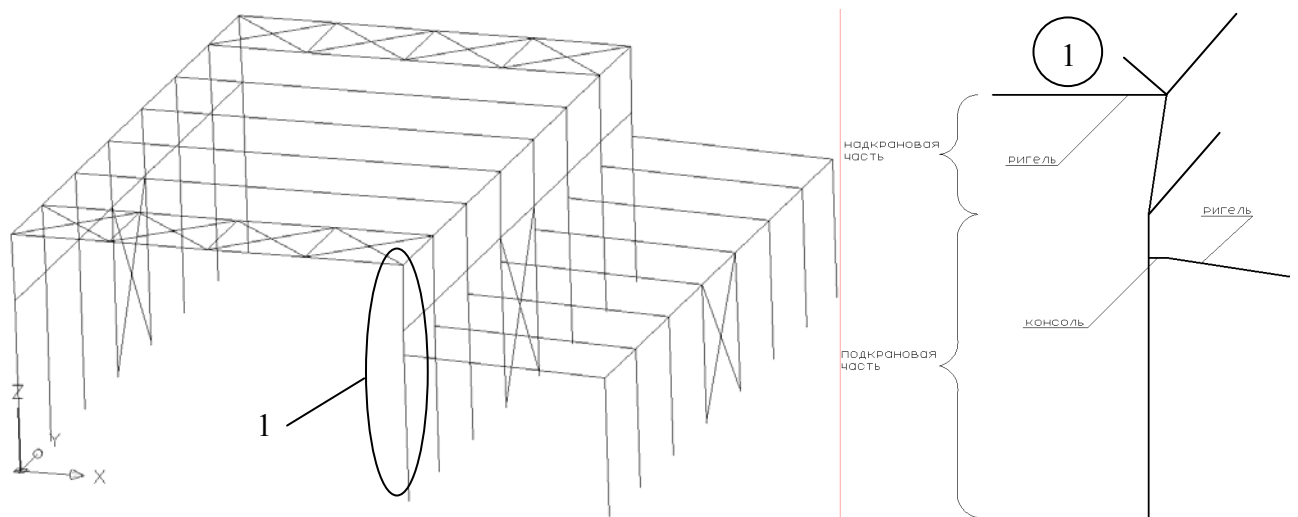


Рис. 6. Пространственная рама, вычерченная в AutoCAD.

Теперь для того чтобы вставить этот чертеж в SCAD необходимо его сохранить. Идем в **меню>файл>сохранить как** в появившемся окне **Save Drawing As** раскрываем список **Тип файла** и выбираем **AutoCAD 2000/LT2000 Drawing (*.dwg)**, даём имя файлу и сохраняем, также можно сохранить в формате DXF (*.dxf) любой версии.

Запускаем программу SCAD версии 7.31 или выше. Находясь в экране управления проектом заходим в **меню>проект>импорт>DXF,DWG** в появившемся окне **Импорт DXF файла** выбираем тип файла DXF или DWG и находим сохраненный ранее файл, нажимаем кнопку **Открыть**, после чего программа предложит выбрать единицы измерения: мм, см, м или дюймы. Выбираем единицы измерения (те, которыми пользовались в AutoCAD) нажимаем **Ок**, после чего в **дереве проекта** входим в **расчетную схему**. В итоге имеем каркас расчетной схемы, все линейные примитивы AutoCAD преобразовались в пространственные стержни, КЭ №5, по концам стержней генерируются узлы. Далее устанавливаем жесткие вставки, назначаем условия закрепления (рис. 7). Далее можно назначить жесткостные характеристики, нагрузки и выполнить расчет.

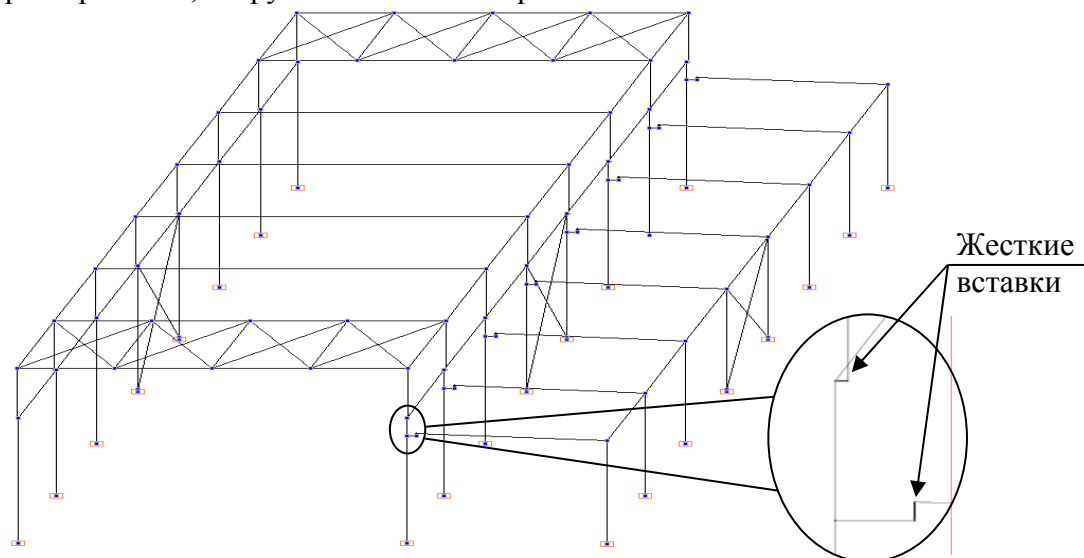


Рис. 7. Пространственная рама, импортируемая в SCAD.

Задание №2

Задание: импортировать пространственную расчетную схему двутавра из AutoCAD в SCAD согласно варианту (табл. 3). Количество КЭ по ширине ≥ 10 , по высоте ≥ 12 , по длине ≥ 60 ; длина балки 6м.

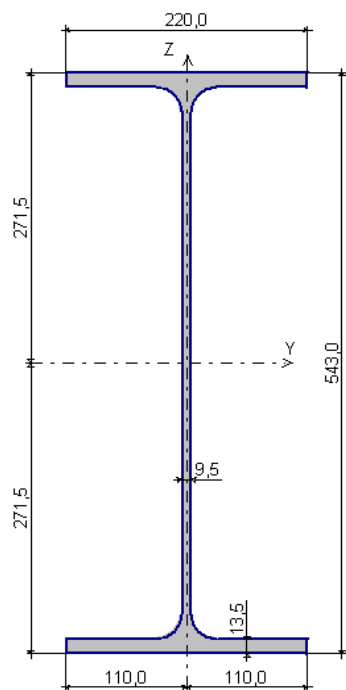


Рис. 8. Параметры двутавра.

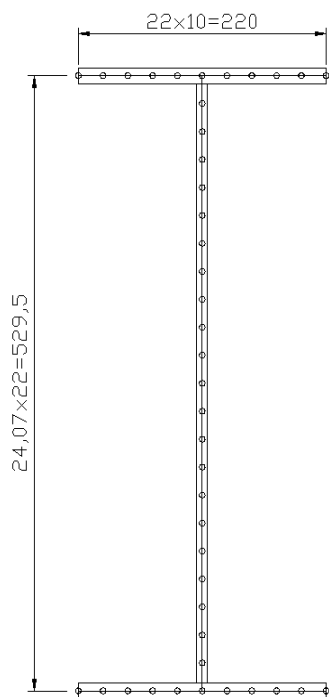



Рис. 9. Разбивка на КЭ.


Пример:


Исходные данные:


Двутавр 55Б1 (рис. 8). Разбиваем двутавр на КЭ, учитывая рекомендации в задании, причем шаг должен быть примерно одинаковым, как по ширине, так и высоте и длине. В данном примере разбиений по ширине 10 с шагом $\lambda=22$ мм, по высоте 22 с $\lambda=24,7$ мм, по длине 240, с $\lambda=25$ мм (рис. 9).

Далее вычерчиваем в программе AutoCAD пространственный пластинчатый каркас двутавра. Для вычерчивания пластин необходимо воспользоваться панелью инструментов **Surfaces** (Поверхности), где собраны кнопки всех основных операций с гранями и сетями. Для данного примера можно воспользоваться кнопками:

 вызывает команду рисования плоских четырехугольников SOLID (ФИГУРА). Фигура является плоским (двумерным) объектом и располагается в плоскости, параллельной плоскости XY текущей системы координат;

 вызывает команду 3DFACE (3-ГРАНЬ), которая строит также четырехугольные примитивы, но они являются уже трехмерными объектами, вершины которой могут не лежать в одной плоскости, а также треугольные примитивы;

 вызывает команду EDGESURF (П-кромка), которая создает поверхность Кунса между четырьмя кромками, образующими замкнутый четырехугольник.

Если использовать команды SOLID и 3DFACE, то необходимо сначала создать один четырехугольник с размерами одной ячейки будущей сетки, а затем скопировать его N раз, для чего удобно воспользоваться массивом (команда ARRAY  или 3DARRAY).

Для использования команды EDGESURF, необходимо сначала вычертить линиями контур будущей сетки и задать количество прямолинейных сегментов, которыми аппроксимируются в обоих направлениях участки используемых в построении линий, что определяется значениями системных переменных SURFTAB1 и SURFTAB2. После ввода команды EDGESURF необходимо указать по очереди все линии контура.

При импорте в SCAD четырехугольные примитивы преобразуются в 4-х угольные КЭ оболочки под №44, треугольные в 3-х угольные КЭ оболочки под №42.

Результат на рис. 10.

Krieger

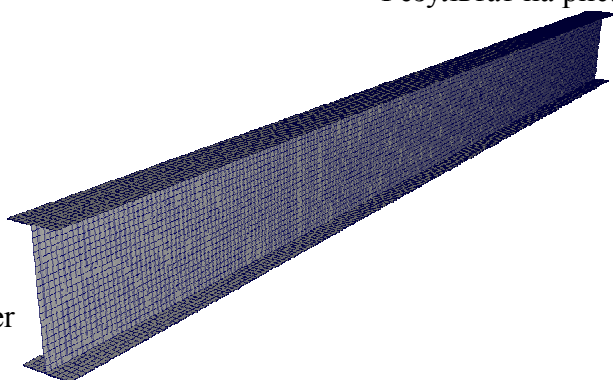


Рис. 10. Результат импорта.

Задание №3

Задание для отличников: создать пространственную расчетную схему балки используя программы AutoCAD и SCAD, рис.10. Количество КЭ по ширине ≥ 10 , по высоте ≥ 12 , по длине ≥ 60 ; длина балки 6м.

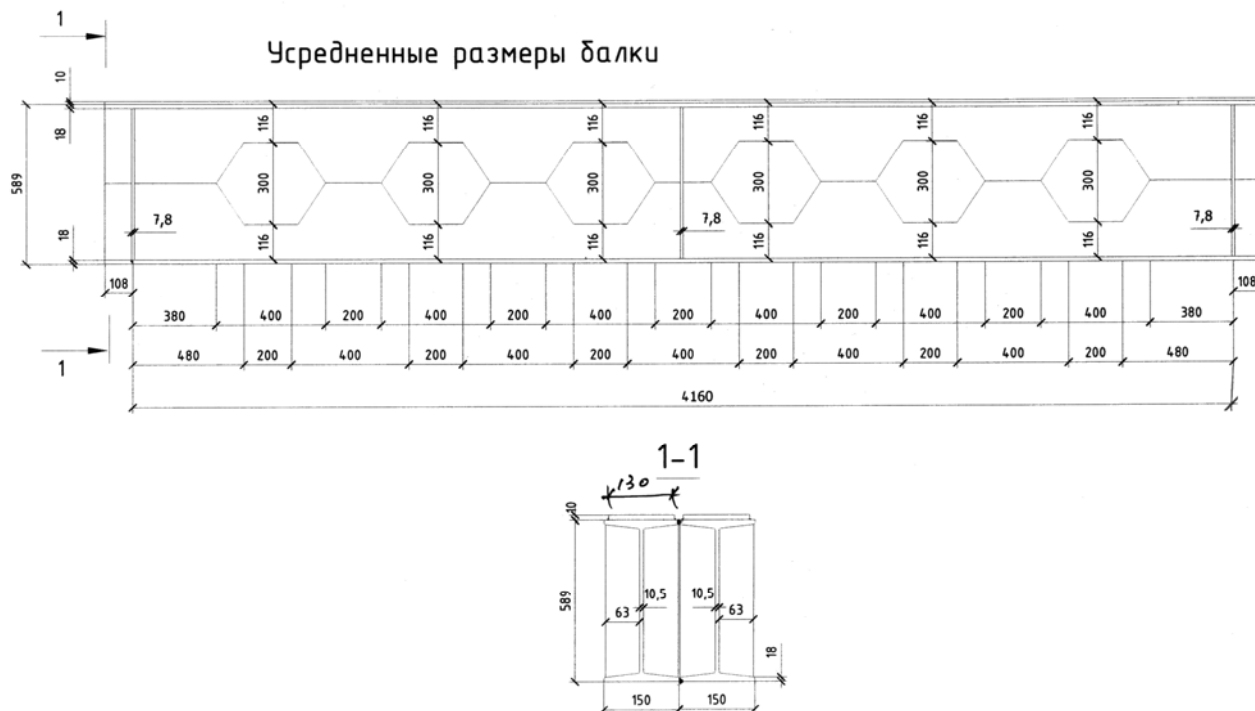


Рис. 11. Усредненные размеры балки.

Методика создания подобной расчетной схемы та же, что описана выше, единственная сложность это стенка. При моделировании отверстий в стенке данного двутавра в AutoCAD для доборных элементов необходимо будет воспользоваться 3D-гранью (3DFACE), т. к. треугольные КЭ генерируются только от них. Можно полки, ребра и накладку вычертить пластинами, а у стенки наметить контур линиями в AutoCAD, после чего импортировать в SCAD. Далее для стенки выполнить генерацию треугольной сетки элементов, для этого идем на вкладку **схема** ждем кнопку **генерация треугольной сетки элементов на плоскости**

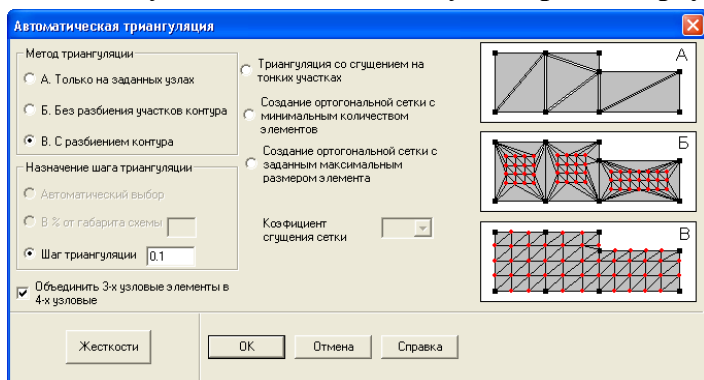


Рис. 12. Окно автоматическая триангуляция

генерация треугольной сетки элементов на плоскости, после чего открываются еще 11 кнопок. Далее необходимо задать контур триангуляции либо при помощи кнопки **задание контура**, либо при помощи кнопки **преобразование стержней в контур триангуляции**, контур задаётся последовательным указанием узлов или всех стержней. Так как нам необходимо сделать отверстие в стенке контур необходимо указывать последовательно внешний и все внутренние,

после чего контур можно сохранить. Далее ждем кнопку **генерация треугольной сетки КЭ на плоскости**, появляется окошко **автоматическая триангуляция**, рис. 12, где указываем метод и шаг триангуляции. После нажатия кнопки **Ок** на контур наносится соответствующая сетка, далее нажимаем кнопку **установка результатов триангуляции на место в схеме**. В принципе таким образом можно и на остальных элементах генерировать сетку (полка, ребро, накладку, сварной шов), но есть опасность не стыковки элементов, т. е. несовпадение узлов различных частей конструкции. Чтобы этого избежать необходимо Krieger

об этом позаботится заранее, а именно: расставить все необходимые узлы в месте соединения элементов.

Для того чтобы вовремя избежать ошибок связанных с вырожденными элементами регулярно делайте экспрессконтроль, желательно после каждой генерации сетки, а также следует учитывать такие элементы и при работе в AutoCAD. Если вы все сделали правильно, то должно получиться, так как на рис. 13.

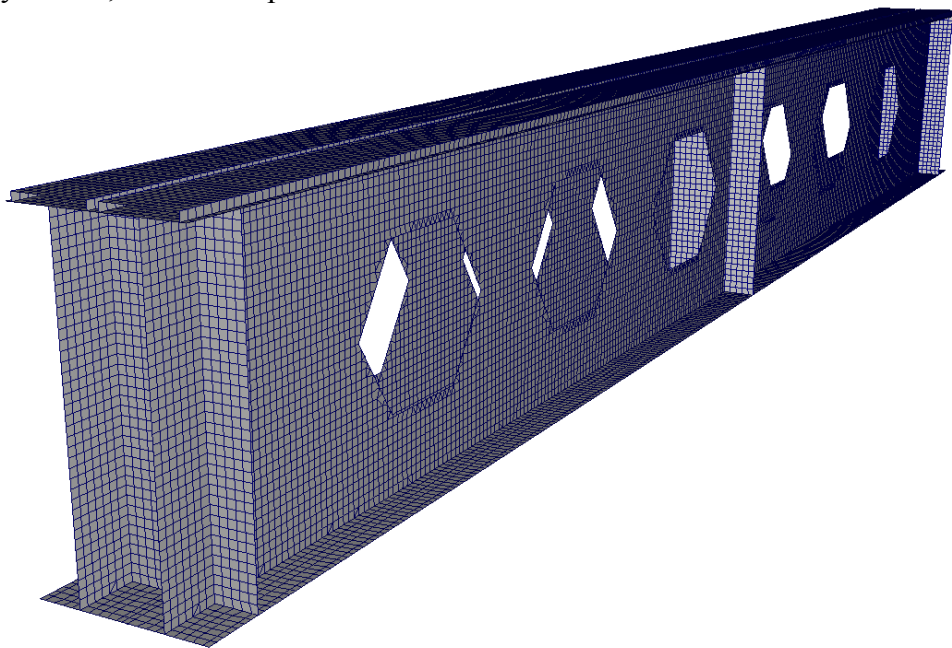


Рис. 13. Конечноэлементная модель.

Таблица 1.

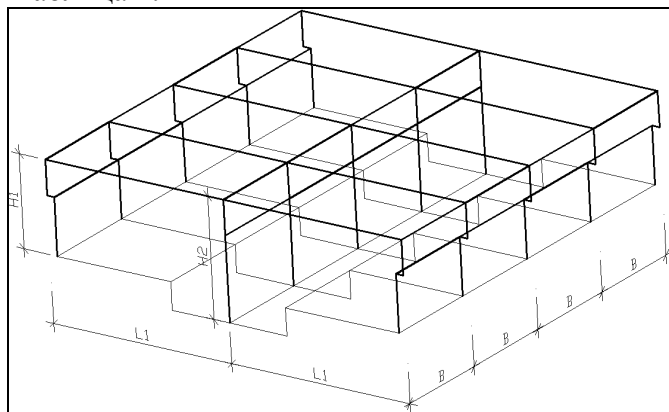


Схема 1

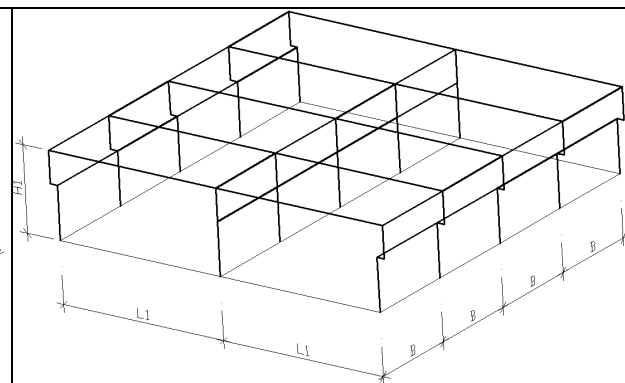


Схема 2

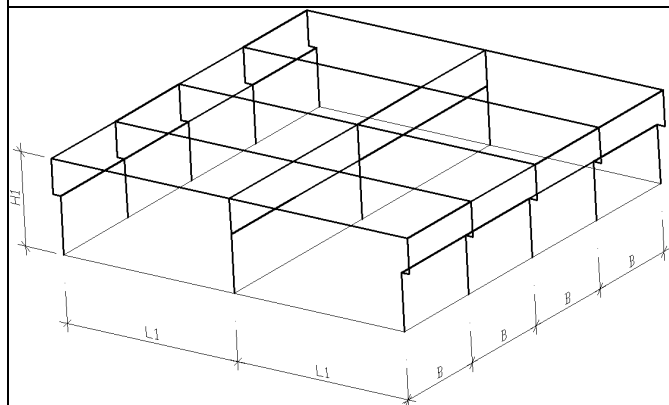


Схема 3

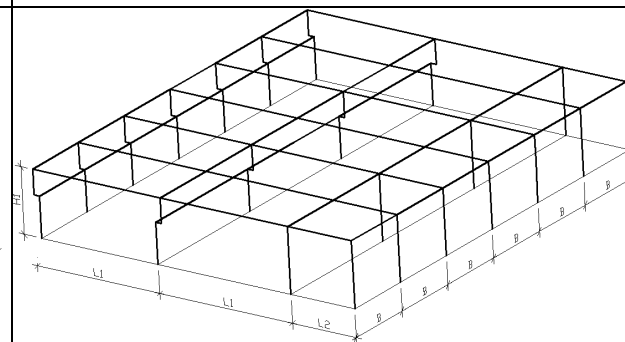


Схема 4

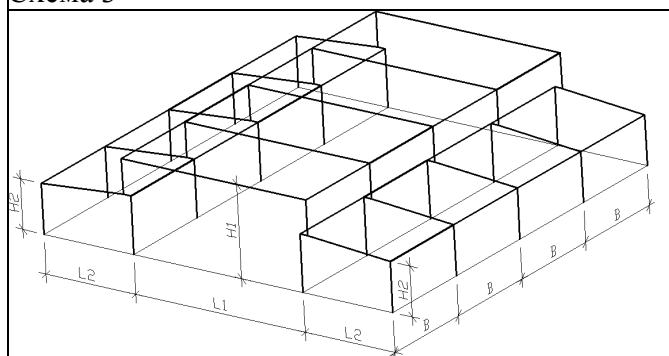


Схема 5

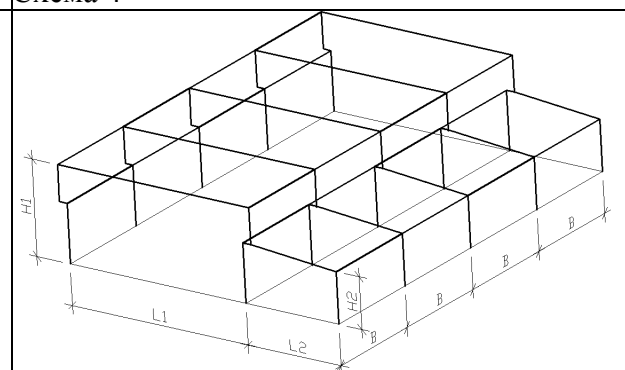


Схема 6

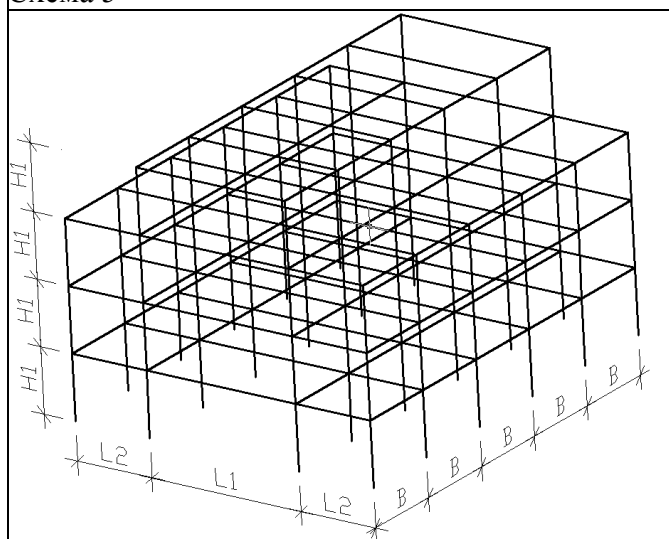


Схема 7

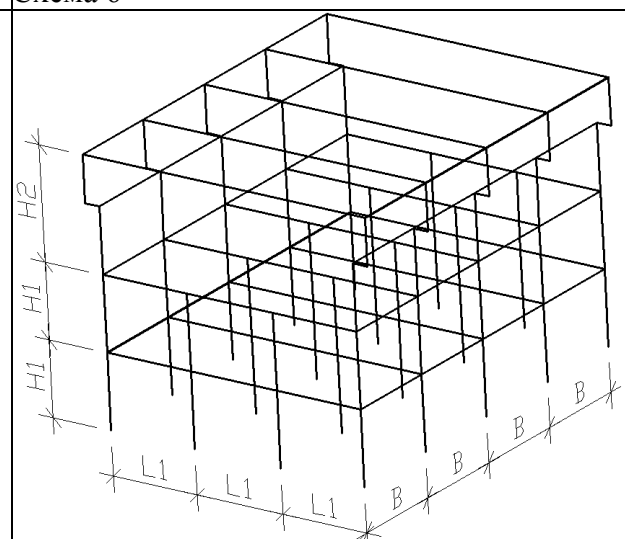


Схема 8

Таблица 2.

Вариант	№ схемы, табл. 1	Пролет L1, м	Пролет L2, м	Шаг В, м	Высота Н1, м	Высота Н2, м	Кол. шагов Nb
1	1	18	-	6	9,6	-	10
2	2	18	-	6	9,6	-	10
3	3	18	-	6	9,6	-	6
4	4	18	12	6	9,6	-	6
5	5	18	12	6	9,6	6	9
6	6	18	12	6	9,6	6	10
7	7	12	6	6	3,3		8
8	8	6	-	6	3,3	6	9
9	1	24	-	12	10,8	-	11
10	2	24	-	12	10,8	-	11
11	3	24	-	6	10,8	-	8
12	4	24	18	6	10,8	-	8
13	5	24	18	12	10,8	7,2	10
14	6	24	18	12	10,8	7,2	11
15	7	12	6	6	3,6	-	9
16	8	6	-	6	3,6	6,6	10
17	1	30	-	6	12	-	12
18	2	30	-	6	12	-	12
19	3	30	-	6	12	-	10
20	4	30	18	6	12	-	10
21	5	30	18	12	12	7,2	11
22	6	30	18	6	12	7,2	12
23	7	12	6	6	4,2	-	10
24	8	6	-	6	4,2	7,2	11
25	1	18	-	12	13,2	-	13
26	2	18	-	12	13,2	-	13
27	3	18	-	6	13,2	-	12
28	4	18	12	6	13,2	-	12
29	5	18	12	12	13,2	8,4	12
30	6	18	12	12	13,2	8,4	13

Таблица 3.

Вариант	Двугавр	Вариант	Двугавр	Вариант	Двугавр	Вариант	Двугавр
1	10Б1	9	30Б1	17	80Б1	25	50Ш4
2	12Б1	10	35Б1	18	90Б1	26	60Ш1
3	14Б1	11	40Б1	19	100Б1	27	60Ш4
4	16Б1	12	45Б1	20	20Ш1	28	70Ш1
5	18Б1	13	50Б1	21	26Ш1	29	70Ш3
6	20Б1	14	55Б2	22	30Ш1	30	70Ш5
7	23Б1	15	60Б1	23	35Ш1		
8	26Б1	16	70Б1	24	40Ш1		