

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ

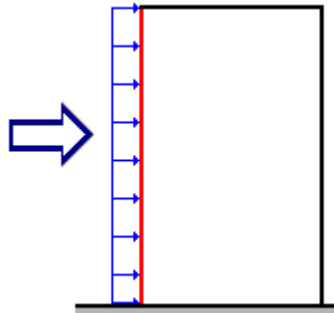
Определение усилий выполнялось с использованием интегрированной системы анализа конструкций «SCAD 11.3». При выборе расчетной схемы и сборе нагрузок были применены следующие допущения:

1. Расчетная схема пространственная, задана стержневыми и пластинчатыми конечными элементами. Собственный вес элементов учтен при задании их геометрических характеристик и средней плотности материалов.
2. Временные нагрузки без коэффициентов сочетания:
 - на кровлю (снеговая для II-го района по «СНиП 2.01.07-85*» с изменением №2, принятым и введенным в действие с 01 июля 2003 г. постановлением Госстроя РФ №45 от 29 мая 2003 г.) – расчетная нагрузка 120 кг/м^2 горизонтальной поверхности;
 - ветровая (для V-го района по СНиП 2.01.07-85*) – нормативная нагрузка 60 кг/м^2 ;
3. В соответствии с ОСР-97 (общее сейсмическое районирование территории российской федерации СНиП II-7-81*) расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и степени сейсмической опасности В составляет 7 баллов.
4. Коэффициенты надежности к постоянным и временным нагрузкам и коэффициенты сочетания нагрузок учитывались отдельно в разделах расчета “Комбинации загружений”, РСУ и приняты в соответствии со СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»:
 - для ветровых нагрузок – $\gamma_f=1,4$;
 - для временных нагрузок на межэтажное перекрытие – $\gamma_f=1,2$;Значение коэффициента сочетаний в особых сочетаниях нагрузок:
 - для постоянных нагрузок - 0,9
 - для временных длительных нагрузок - 0,8
 - для кратковременных нагрузок (на перекрытия и покрытия)- 0,5
4. Однотипные элементы расчетной схемы объединялись в группы и для каждой группы были определены максимальные усилия. Усилия для максимально нагруженных элементов представлены отдельно. Исходные данные и результаты расчета представлены в графической и табличной формах.

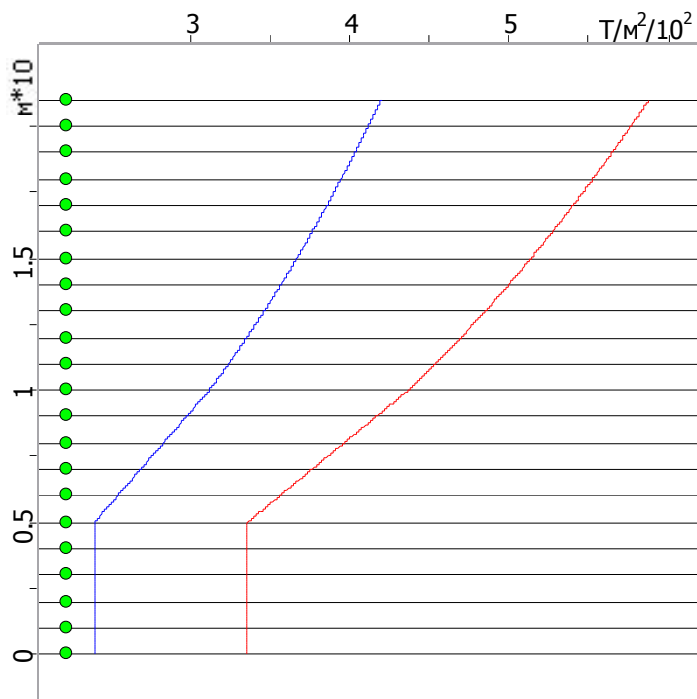
ВЕТЕР

Расчет выполнен по нормам проектирования СНиП 2.01.07-85* с изменением №2

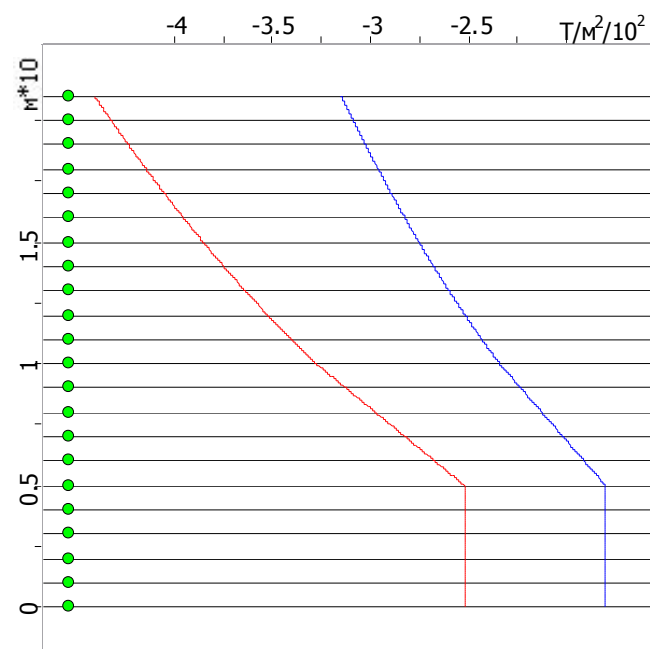
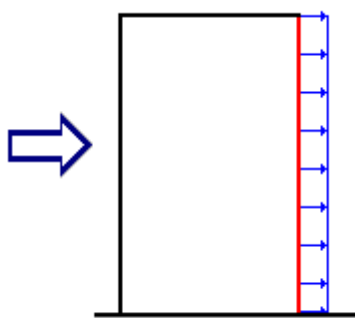
Исходные данные	
Ветровой район	V
Нормативное значение ветрового давления	0,06 Т/м ²
Тип местности	В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м
Тип сооружения	Вертикальные и отклоняющиеся от вертикальных не более чем на 15° поверхности



Параметры		
Поверхность	Наветренная поверхность	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	1,4	
Н	21	М



Высота (м)	Нормативное значение (Т/м ²)	Расчетное значение (Т/м ²)
0	0.024	0.034
1	0.024	0.034
2	0.024	0.034
3	0.024	0.034
4	0.024	0.034
5	0.024	0.034
6	0.025	0.036
7	0.027	0.038
8	0.028	0.04
9	0.03	0.042
10	0.031	0.044
11	0.032	0.045
12	0.034	0.047
13	0.035	0.049
14	0.036	0.05
15	0.037	0.051
16	0.038	0.053
17	0.039	0.054
18	0.039	0.055
19	0.04	0.056
20	0.041	0.058
21	0.042	0.059



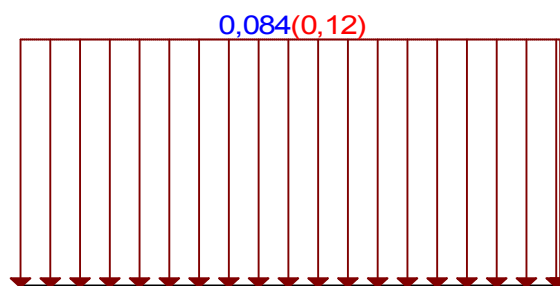
Высота (м)	Нормативное значение (Т/м ²)	Расчетное значение (Т/м ²)
0	-0.018	-0.025
1	-0.018	-0.025
2	-0.018	-0.025
3	-0.018	-0.025
4	-0.018	-0.025
5	-0.018	-0.025
6	-0.019	-0.027
7	-0.02	-0.028
8	-0.021	-0.03
9	-0.022	-0.031
10	-0.023	-0.033
11	-0.024	-0.034
12	-0.025	-0.035
13	-0.026	-0.036
14	-0.027	-0.037
15	-0.028	-0.039
16	-0.028	-0.04
17	-0.029	-0.041
18	-0.03	-0.041
19	-0.03	-0.042
20	-0.031	-0.043
21	-0.031	-0.044

СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА

Расчет выполнен по нормам проектирования СНиП 2.01.07-85* с изменением №2

Параметр	Значение	Единицы измерения
Местность		
Снеговой район	II	
Нормативное значение снеговой нагрузки	0,084	Т/м ²
Тип местности	В - Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м	
Средняя скорость ветра зимой	5	м/сек
Средняя температура января	-5	°С
Здание		

Параметр	Значение	Единицы измерения
Высота здания Н	21	м
Ширина здания В	210	м
h	3,6	м
α	24,228	град
L	16	м
Неутепленная конструкция с повышенным тепловыделением	Нет	
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	1,429	



Единицы измерения: Т/м²,

- Нормативное значение;
- Расчетное значение.

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА

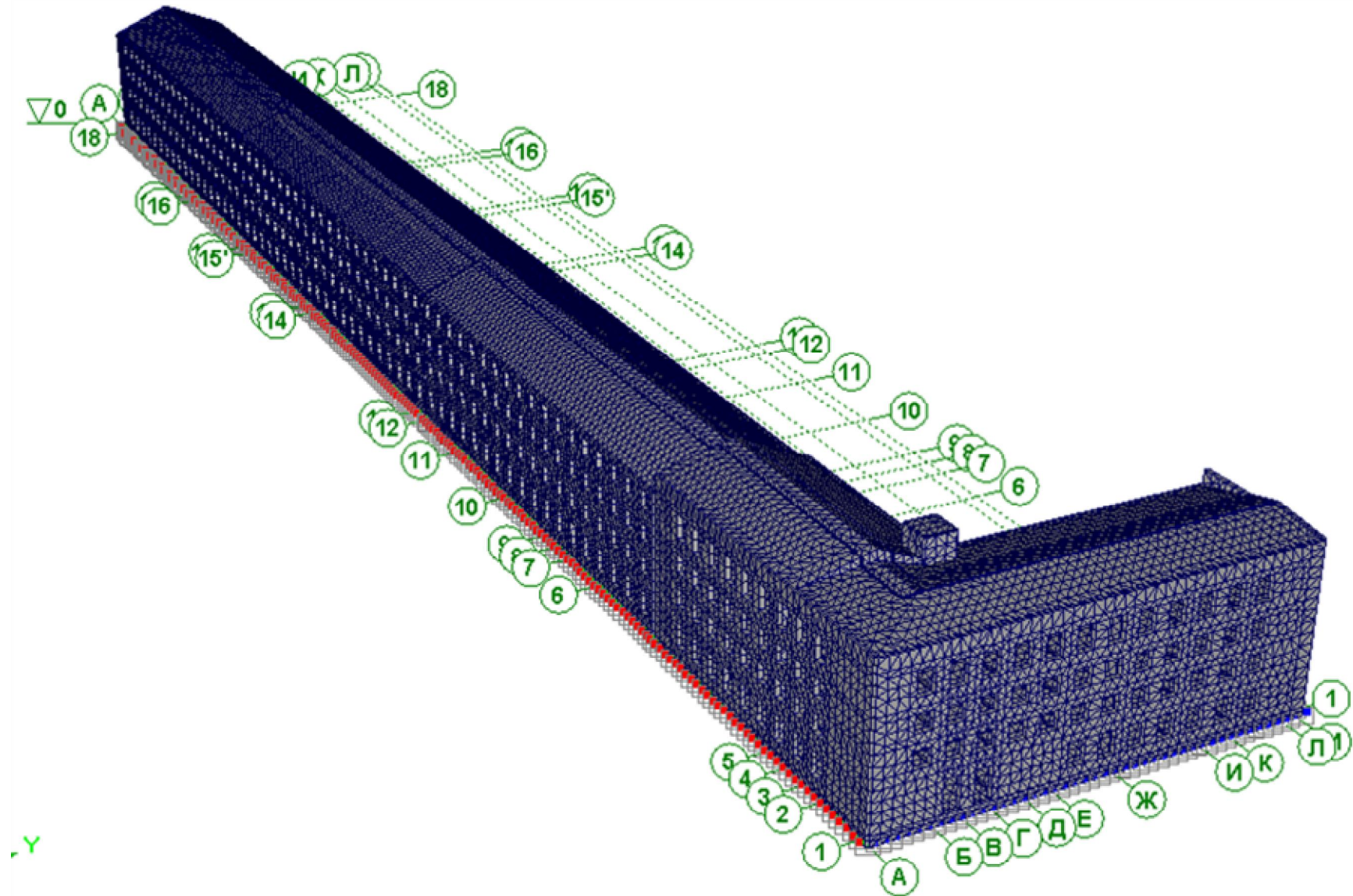


Рис. 9.1. Объемное изображение элементов расчетной схемы здания

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Общие данные

Расчет выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций. В представленной ниже пояснительной записке описаны лишь фактически использованные при расчетах названного объекта возможности комплекса SCAD.

Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др.

Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы - тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей - основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

- 1 - линейное перемещение вдоль оси X;
- 2 - линейное перемещение вдоль оси Y;
- 3 - линейное перемещение вдоль оси Z;
- 4 - угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);
- 5 - угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);
- 6 - угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).

Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.

В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок $(h/L)^k$, где h — максимальный шаг сетки; L — характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени k, который имеет

разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

Расчетная схема Системы координат

Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы. В дальнейшем для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:

Глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой
Локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

Тип схемы

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

Количественные характеристики расчетной схемы

Расчетная схема характеризуется следующими параметрами:

Количество узлов — 26632

Количество конечных элементов — 26746

Общее количество неизвестных перемещений и поворотов — 202527

Количество загрузок — 8

Количество комбинаций загрузок — 5

Выбранный режим статического расчета

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Набор исходных данных

Детальное описание расчетной схемы содержится в документе "Исходные данные", где в табличной форме представлены сведения о расчетной схеме, содержащие координаты всех узлов, характеристики всех конечных элементов, условия примыкания конечных элементов к узлам и др.

Граничные условия

Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающими некоторые из этих перемещений. Наличие таких связей помечено в таблице "Координаты и связи" описания исходных данных символом #.

Условия примыкания элементов к узлам

Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

Характеристики использованных типов конечных элементов

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов. Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось X1 ориентирована вдоль стержня, а оси Y1 и Z1 — вдоль главных осей инерции поперечного сечения.

Некоторые стержни присоединены к узлам через абсолютно жесткие вставки, с помощью которых учитываются эксцентриситеты узловых примыканий. Тогда ось X1 ориентирована вдоль упругой части стержня, а оси Y1 и Z1 — вдоль главных осей инерции поперечного сечения упругой части стержня.

К стержневым конечным элементам рассматриваемой расчетной схемы относятся следующие типы элементов:

Элемент типа 5, который работает по пространственной схеме и воспринимает продоль-

ную силу N , изгибающие моменты M_u и M_z , поперечные силы Q_z и Q_y , а также крутящий момент M_k .

Конечные элементы оболочек, геометрическая форма которых на малом участке элемента является плоской (она образуют многогранник, вписанный в действительную криволинейную форму срединной поверхности оболочки). Для этих элементов, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена упрощенными зависимостями. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой оси X_1 и Y_1 расположены в плоскости элемента и ось X_1 направлена от первого узла ко второму, а ось Z_1 ортогональна поверхности элемента.

Треугольный элемент типа 42, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 4 степени, а поле тангенциальных перемещений полиномом первой степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

Описание загрузжений и их характеристики

Конструкция рассчитана на 8 загрузжений, из которых 6 являются статическими, а 2 — динамическими.

Динамический расчет системы выполнен с использованием разложения по формам собственных колебаний. При этом в расчете использовалось не более, чем приведенное ниже число форм:

сейсмика по строительным правилам Российской Федерации СП-31 — 10 форм

В динамическом нагружении с использованием модуля №54 «Сейсмика по строительным правилам Российской Федерации СП-31» выполняется расчет по спектральному подходу, в соответствии с которым расчетная спектральная кривая (закон изменения коэффициентов динамичности) определяет динамическую реакцию простого маятника на ускорение точки подвеса при сейсмическом возмущении. Решение ищется путем разложения по формам собственных колебаний и сводится к расчету на инерционные силы S_{ik} , действующие по направлению k -ой массы при колебаниях по i -ой форме

$$S_{ik} = Q_k K_c \beta(T_i) \eta_{ik} \cos \varphi_{ok}.$$

Здесь Q_k - вес k -ой массы; K_c - коэффициент сейсмичности, зависящий от балльности землетрясения (переход к следующему баллу связан с удвоением мощности землетрясения) и от класса сооружения; b - коэффициент динамичности, зависящий от периода собственных колебаний рассматриваемой формы; h_{ik} - приведенные ускорения; f_{ok} - угол между направлением сейсмического толчка и смещением Z_k .

От сейсмических нагрузок определяются реакции X_i для каждой из учитываемых форм колебаний, затем находится максимальный из них $X_a = \max_i |X_i|$ и определяется расчетное значение

$$X = [X_a^2 \pm \sum_{i \neq a} (X_i)^2]^{1/2}.$$

Отличительной особенностью является возможность учета ротационной составляющей сейсмического воздействия.

Результаты расчета

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

Перемещения

Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от загрузжений представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов».

Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от комбинаций загрузжений представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов от комби-

наций».

Правило знаков для перемещений

Правило знаков для перемещений принято таким, что линейные перемещения положительны, если они направлены в сторону возрастания соответствующей координаты, а углы поворота положительны, если они соответствуют правилу правого винта (при взгляде от конца соответствующей оси к ее началу движение происходит против часовой стрелки).

Усилия и напряжения

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от загружений представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов».

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от комбинаций загружений представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов от комбинаций загружений».

Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, объемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии запроса пользователя в узлах элемента.

Правило знаков для усилий (напряжений)

Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими:

Для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий:

N - продольная сила;

M - крутящий момент;

M_Y - изгибающий момент с вектором вдоль оси Y_1 ;

Q_Z - перерезывающая сила в направлении оси Z_1 соответствующая моменту M_Y ;

M_Z - изгибающий момент относительно оси Z_1 ;

Q_Y - перерезывающая сила в направлении оси Y_1 соответствующая моменту M_Z ;

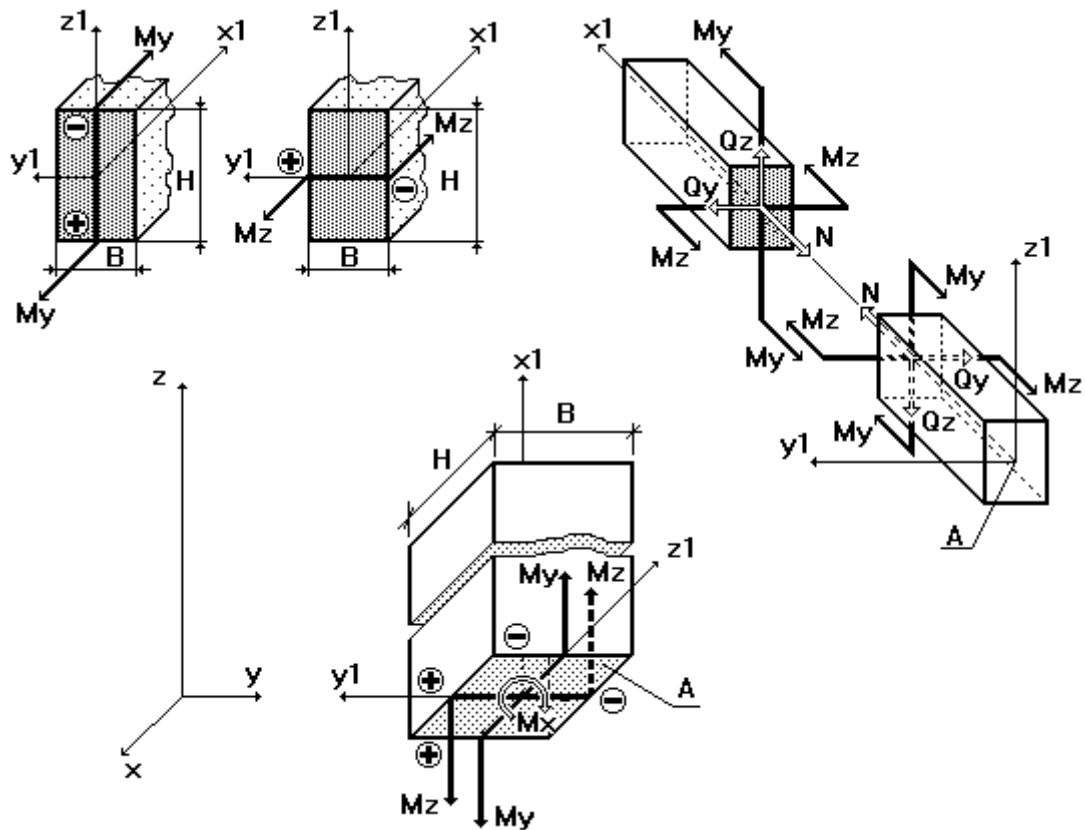
R_Z - отпор упругого основания.

Положительные направления усилий в стержнях приняты следующими:

для перерезывающих сил Q_Z и Q_Y - по направлениям соответствующих осей Z_1 и Y_1 ;

для моментов M_X , M_Y , M_Z - против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси X_1 , Y_1 , Z_1 ;

положительная продольная сила N всегда растягивает стержень.

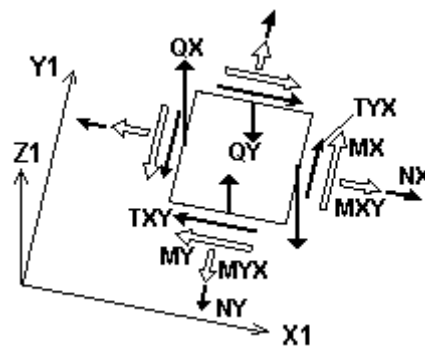


На рисунке показаны положительные направления внутренних усилий и моментов в сечении горизонтальных и наклонных (а), а также вертикальных (б) стержней.

Знаком “+” (плюс) помечены растянутые, а знаком “-” (минус) - сжатые волокна поперечного сечения от воздействия положительных моментов M_y и M_z .

В конечных элементах оболочки вычисляются следующие усилия:

- нормальные напряжения N_X, N_Y ;
- сдвигающее напряжений T_{XY} ;
- моменты M_X, M_Y и M_{XY} ;
- перерезывающие силы Q_X и Q_Y ;
- реактивный отпор упругого основания R_Z .



На рисунке показаны положительные значения напряжений, перерезывающих сил и векторов моментов, действующие по граням элементарного прямоугольника, вырезанного в окрестности центра тяжести КЭ оболочки.

ДОКУМЕНТ 00 ЗАГЛАВНЫЙ

СТР.	НАИМЕНОВАНИЕ	ТЕКСТ
2	ПРИЗНАК СИСТЕМЫ :	5;
	степени свободы:	1 (X) 2 (Y) 3 (Z) 4 (UX) 5 (UY) 6 (UZ)
В исходных данных :		
	линейные единицы измерения :	"м "
	единицы измерения размеров сечения :	"см "
	единицы измерения сил :	"т "
	единицы измерения температуры :	"с "

ДОКУМЕНТ 03 ЖЕСТКОСТИ

ТИП	ЖЕСТКОСТИ
1	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ : E=3060000. NU=0.2 DELTA=0.133 Удельный вес : ro=2.5 Имя : "Плита"
2	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ : E=120000. NU=0.2 DELTA=0.51 Удельный вес : ro=1.83 Имя : "Стены н"
3	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ : E=120000. NU=0.2 DELTA=0.38 Удельный вес : ro=1.83 Имя : "Стены в"
4	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ : E=120000. NU=0.2 DELTA=0.25 Удельный вес : ro=1.83 Имя : "Стены в"
5	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ : E=21000000. NU=0.3 DELTA=.001 Удельный вес : ro=7.85 Имя : "Кровля"
6	Вычисл. жесткостн. характ. : EF=489599.989 E1Y=6527.99936 E1Z=6527.999 GKR=4386.815 GFY=163199.988 GFZ=163199.988 Размеры ядра сечения : y1=.066666 y2=.066666 z1=.066666 z2=.066666 Удельный вес : ro=2.5 Прямоугольник : b=39.99999 h=39.99999
7	Вычисл. жесткостн. характ. : EF=578339.986 E1Y=9759.48656 E1Z=8501.597 GKR=6232.993 GFY=192779.995 GFZ=192779.995 Размеры ядра сечения : y1=.07 y2=.07 z1=.075 z2=.075 Удельный вес : ro=2.5 Прямоугольник : b=41.99999 h=44.99999

8	Вычисл. жесткостн. характ. :	EF=403919.997	EIY=4632.91375
	EIZ=4532.422 GKR=3520.969	GFY=98919.1797	GFZ=134639.998
	Размеры ядра сечения :	y1=.056105	y2=.056105
		z1=.0504	z2=.066521
	Удельный вес : ro=2.5		
	Тавр(полка снизу):	b=20. h=40. b1=40.	h1=26.
9	Вычисл. жесткостн. характ. :	EF=275399.988	EIY=13081.4991
	EIZ=842.173 GKR=402.1067	GFY=82034.0353	GFZ=91799.9958
	Размеры ядра сечения :	y1=.020386	y2=.020386
		z1=0.16764	z2=0.114
	Удельный вес : ro=2.5		
	Тавр(полка сверху):	b=10. h=70. b1=30.	h1=10.
10	Вычисл. жесткостн. характ. :	EF=275399.988	EIY=13081.4991
	EIZ=842.173 GKR=402.1067	GFY=82034.0355	GFZ=91799.996
	Размеры ядра сечения :	y1=.020386	y2=.020386
		z1=0.16764	z2=0.114
	Удельный вес : ro=2.5		
	Тавр(полка сверху):	b=10. h=70. b1=30.	h1=10.
11	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ :		
	E=120000. NU=0.2	DELTA=0.51	
	Удельный вес : ro=1.83		
	Имя : "Стены н"		
12	ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТИНЫ :		
	E=120000. NU=0.2	DELTA=0.51	
	Удельный вес : ro=1.83		
	Имя : "Стены н"		

ДОКУМЕНТ 06 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАГРУЖЕНИЙ

Номер	С о д е р ж а н и е					
1	имя: "Вес конструкций"					
	тип : 0 (постоянное)					
2	имя: "Постоянная"					
	тип : 0 (постоянное)					
3	имя: "Временная"					
	тип : 0 (постоянное)					
4	имя: "Снеговая"					
	тип : 0 (постоянное)					
5	имя: "Ветровая по X"					
	тип : 0 (постоянное)					
6	имя: "Ветровая по Y"					
	тип : 0 (постоянное)					
7	имя: "Сейсмическая по X"					
	номер модуля динамики : 54 (не определен)					
	количество форм : 10					
	данные :	1.	0.35	7.	2.	1.3
		1.	0.	0.15	0.	0.

	25.	0.	0.	0.	0.	
	0.	0.				
8	имя: "Сейсмическая по У"					
	номер модуля динамики : 54 (не определен)					
	количество форм : 10					
	данные :	1.	0.35	7.	2.	1.3
		0.	1.	0.15	0.	0.
		25.	0.	0.	0.	0.
		0.	0.			

ДОКУМЕНТ 36 Комбинации нагрузжений (сейсмика)

Номер	ФОРМУЛА КОМБИНАЦИИ				
комб.					
1	имя: "" формула комбинации : (L1)*0.9+(L2)*0.8+(L3)*0.5+(L4)*0.5				
2	имя: "" формула комбинации : (L5)*0.5+(L8)*1+(C1)*1				
3	имя: "" формула комбинации : (L5)*-0.5+(L8)*-1+(C1)*1				
4	имя: "" формула комбинации : (L6)*0.5+(L7)*1+(C1)*1				
5	имя: "" формула комбинации : (L6)*-0.5+(L7)*-1+(C1)*1				

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Минимакс перемещений (комбинации)						
Фактор	Максимальные значения			Минимальные значения		
	Значение	Узел	Комбинация	Значение	Узел	Комбинация
X	4.856	26874	4	-6.018	26618	5
Y	12.016	25255	4	-11.646	23299	5
Z	0.377	28821	4	-17.08	21595	5
U _x	2.855	21587	4	-2.73	6282	5
U _y	3.93	21677	4	-4.464	21472	5
U _z	0.67	26590	4	-0.621	5924	5

Усилия в стенах

Минимакс усилий и напряжений (комбинации)								
Фактор	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
NX	23.747	14729	1	4	-118.586	51733	1	5
NY	27.336	41193	1	4	-109.351	41193	1	5
TXU	55.756	41193	1	4	-43.367	40218	1	4
MX	2.693	47285	1	5	-3.218	56515	1	5
MY	1.671	55045	1	4	-2.788	56600	1	5
MXY	1.391	56534	1	3	-1.411	57157	1	5
QX	9.569	59342	1	4	-18.284	92282	1	5
QY	11.203	59457	1	5	-10.941	92279	1	5

Усилия в колоннах

Минимакс усилий и напряжений (комбинации)								
Фактор	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
N	3.125	5830	1	4	-135.211	41622	1	4
M _k	3.296	82520	1	4	-3.005	82509	1	4
M _y	22.296	92267	1	5	-22.483	92213	1	4
Q _z	12.933	92213	1	4	-9.528	5559	3	5
M _z	3.215	4473	3	4	-3.283	4472	1	4
Q _y	2.257	41619	1	5	-1.964	4472	1	4

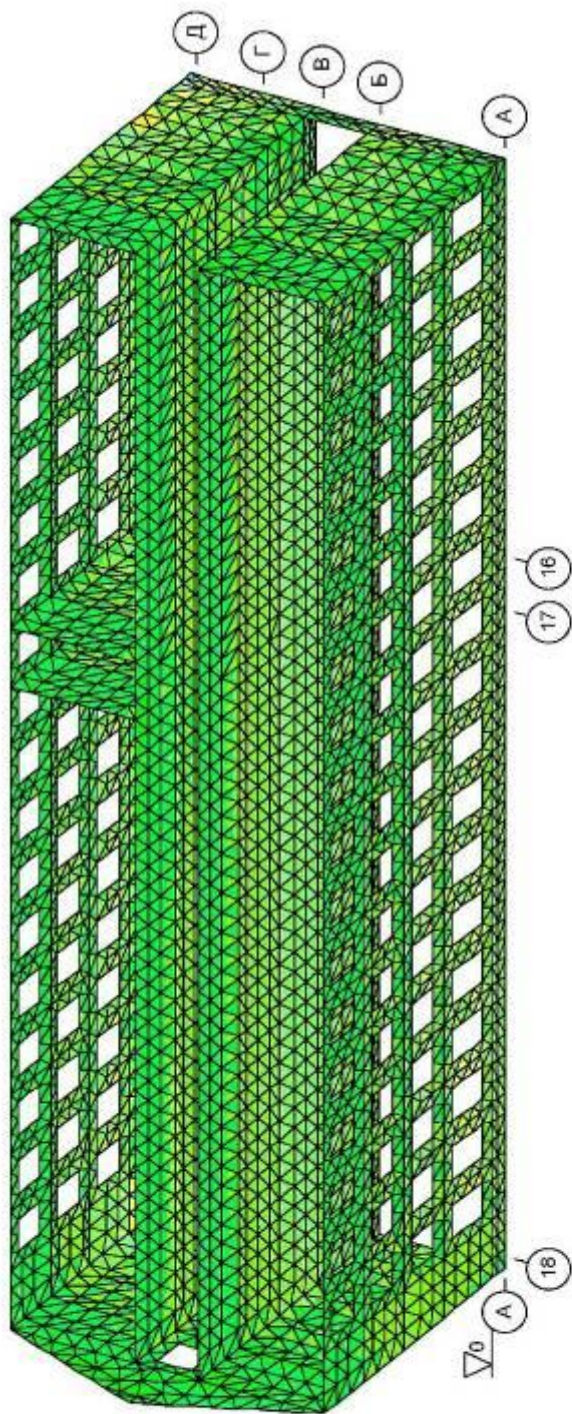
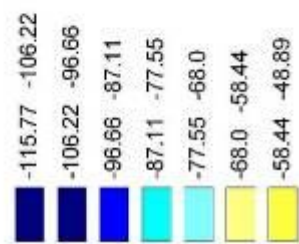


Рис.9.1. Вертикальные напряжения N_x в стенах здания в осях «18-15/А-Д» от комбинаций нагружений С5, тхм^2 .



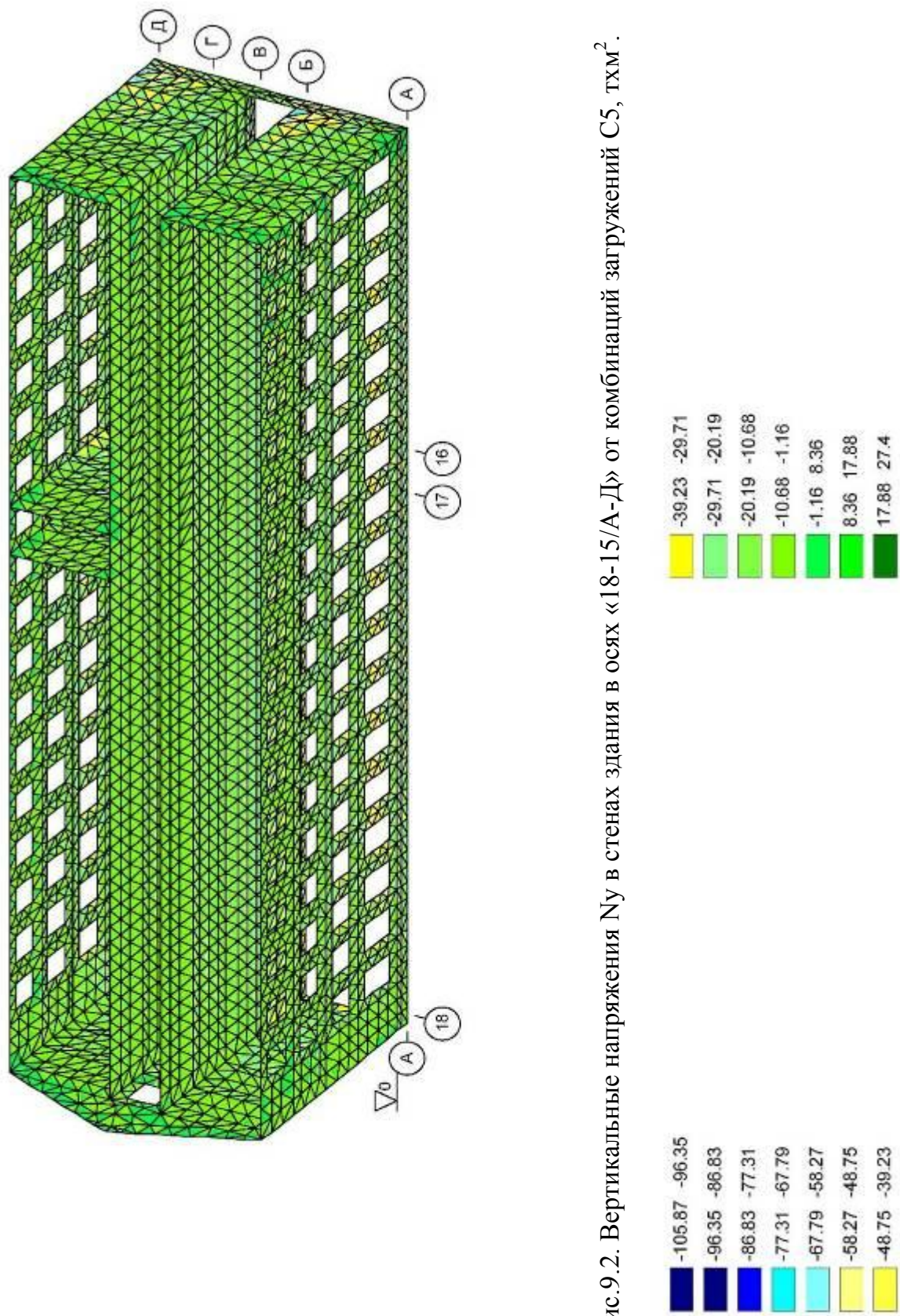


Рис.9.2. Вертикальные напряжения N_y в стенах здания в осях «18-15/А-Д» от комбинаций нагрузок С5, тхм².

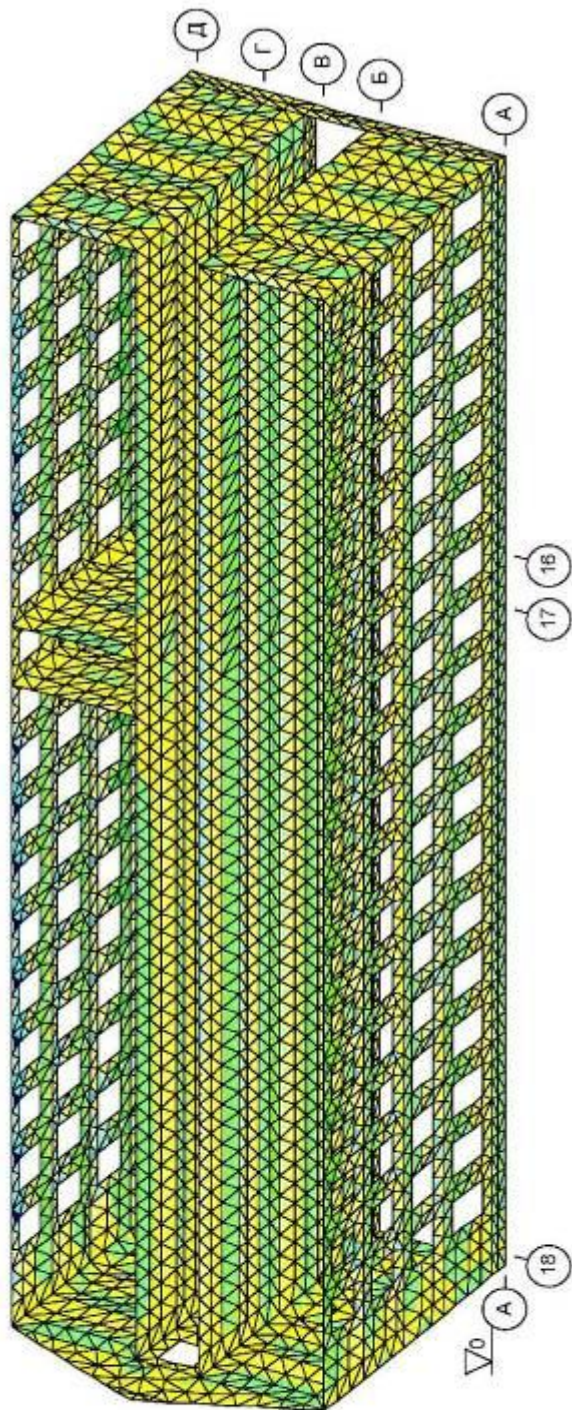
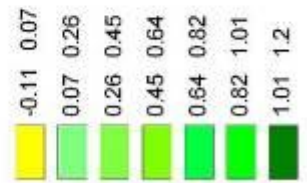
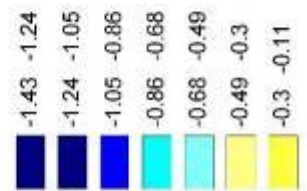


Рис.9.3. Моменты M_x в стенах здания в осях «18-15/А-Д» от комбинаций нагрузок С5, тхм/м.



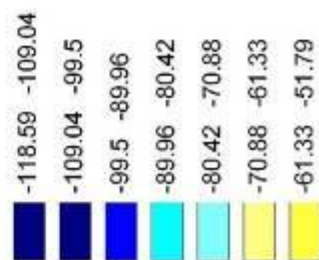
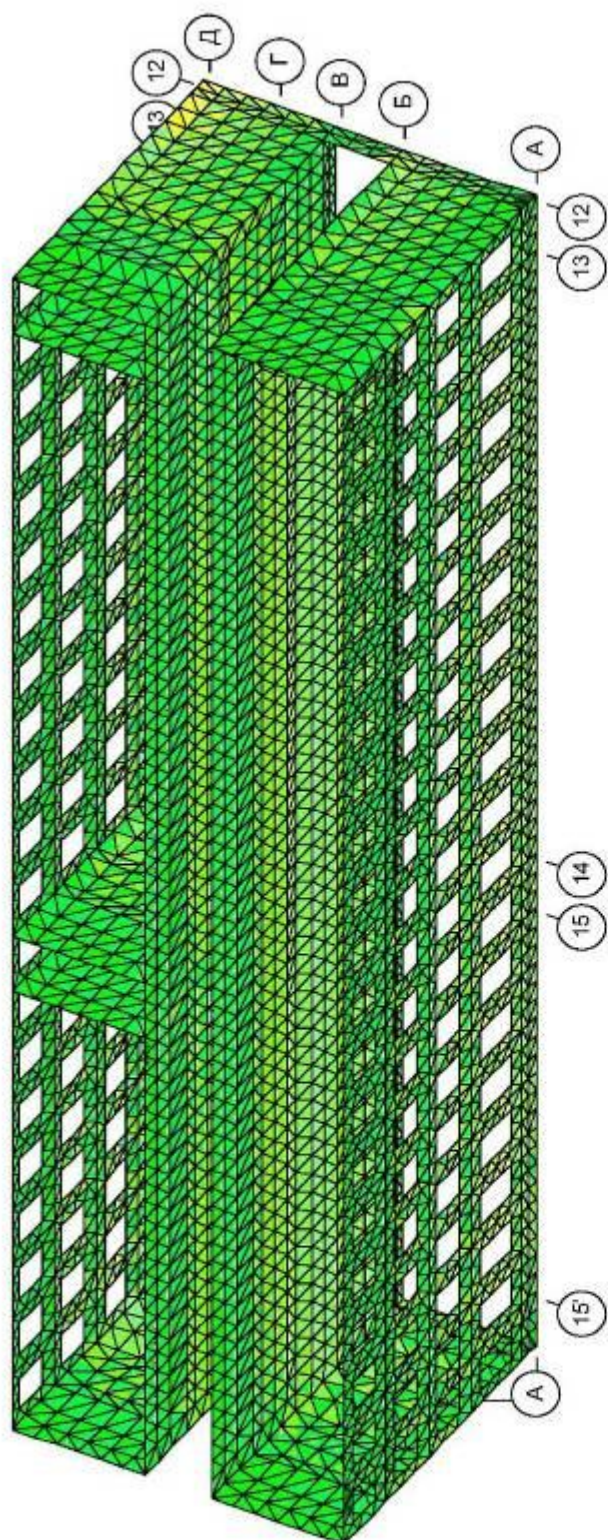


Рис.9.4. Вертикальные напряжения N_x в стенах здания в осях «15-12/А-Д» от комбинаций нагружений С5, тхм².

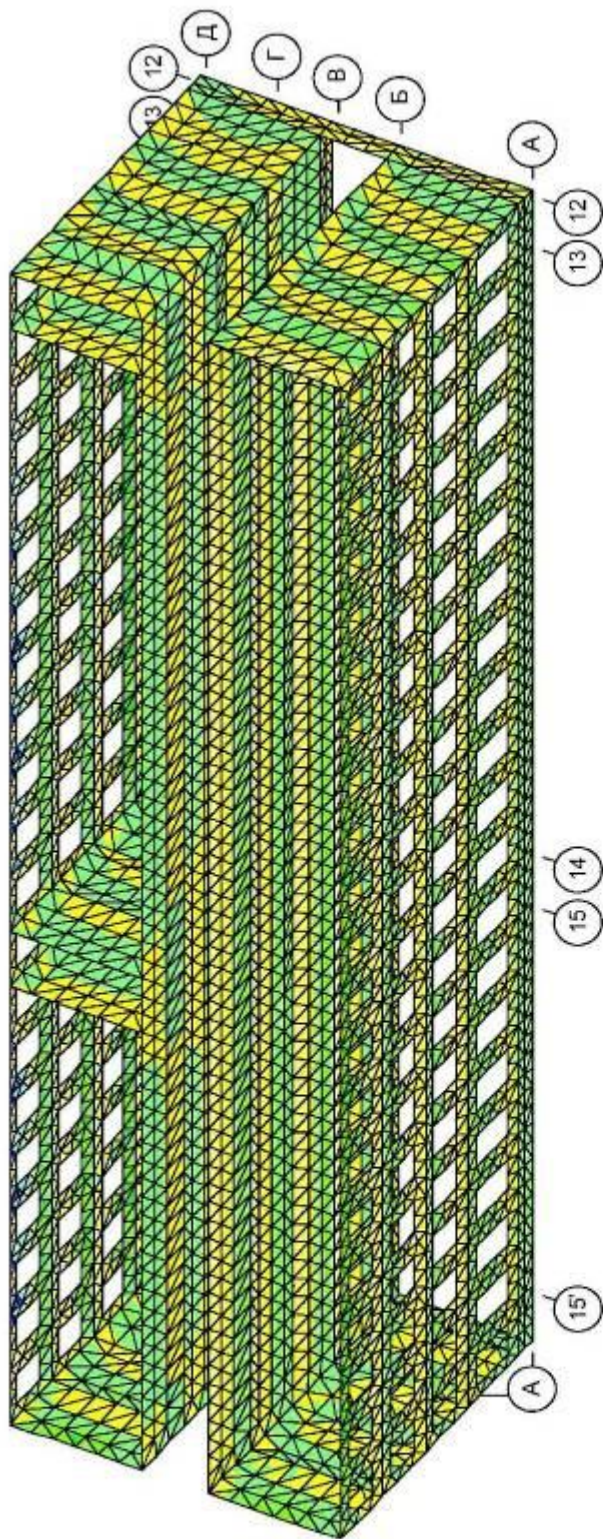
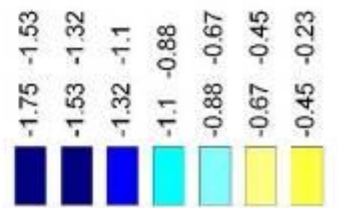


Рис.9.5. Моменты M_x в стенах здания в осях «15-12/А-Д» от комбинаций нагружений С5, тхм/м.



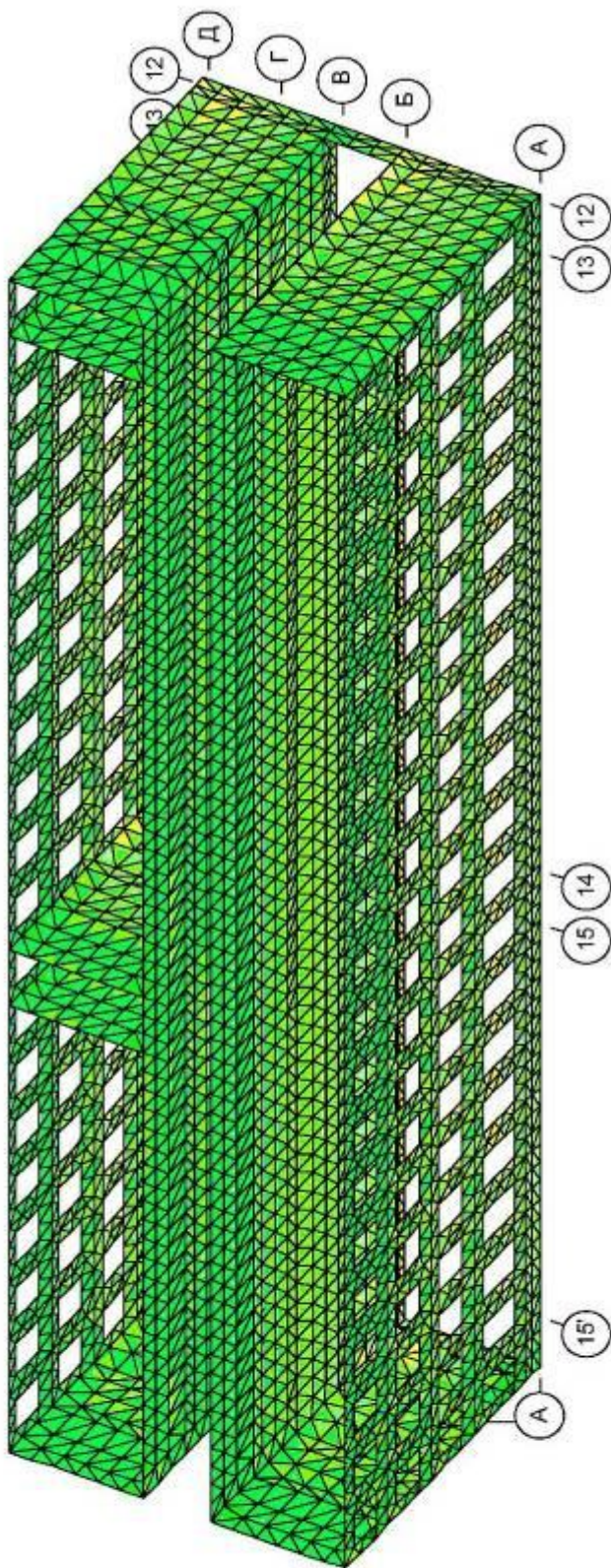
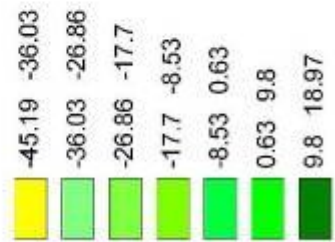
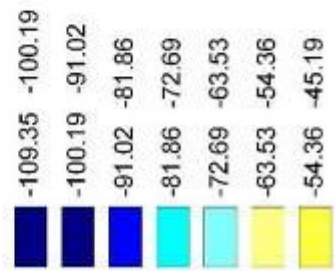


Рис.9.6. Вертикальные напряжения N_y в стенах здания в осях «15-12/А-Д» от комбинаций нагрузок С5, тхм².



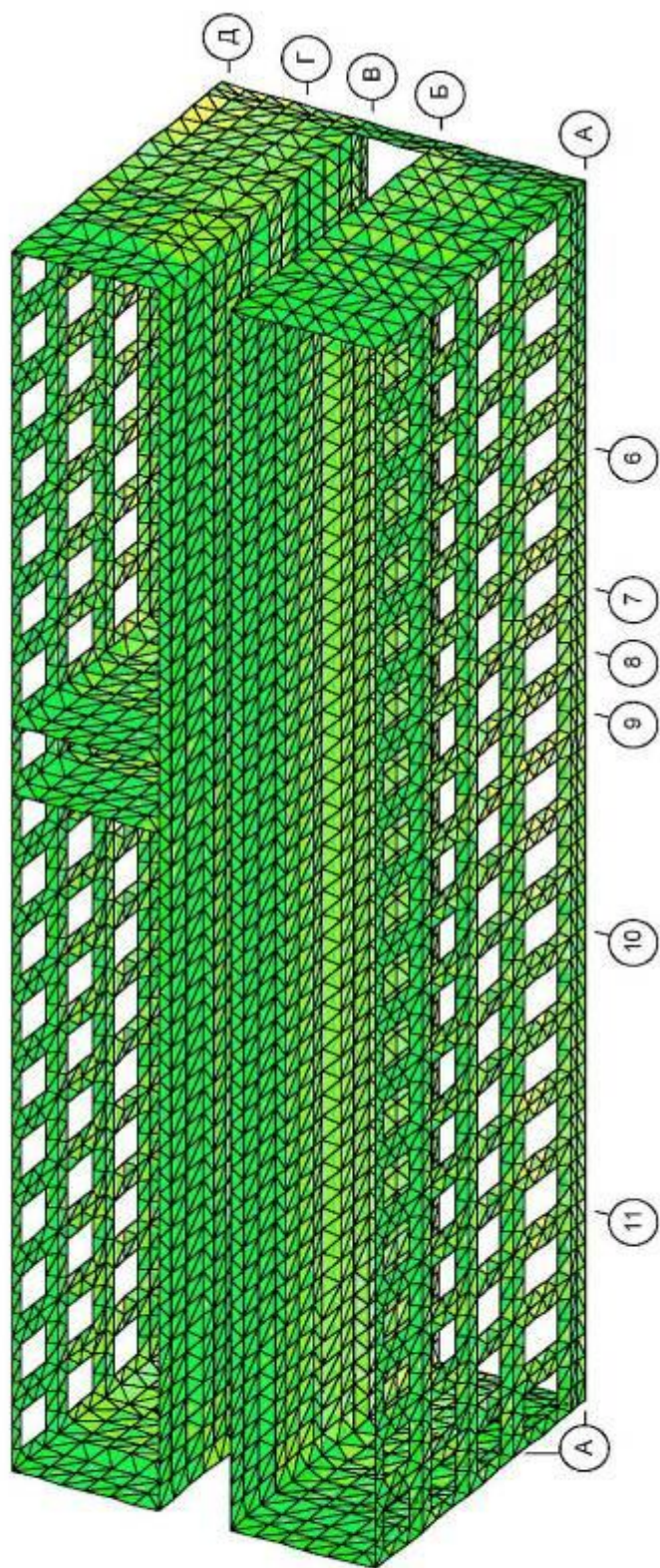
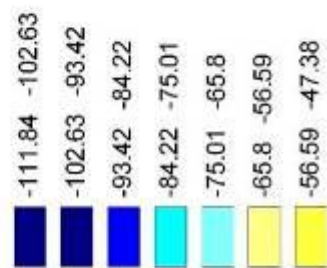


Рис.9.7. Вертикальные напряжения N_x в стенах здания в осях «12-5/А-Д» от комбинаций нагрузок С5, тхм².



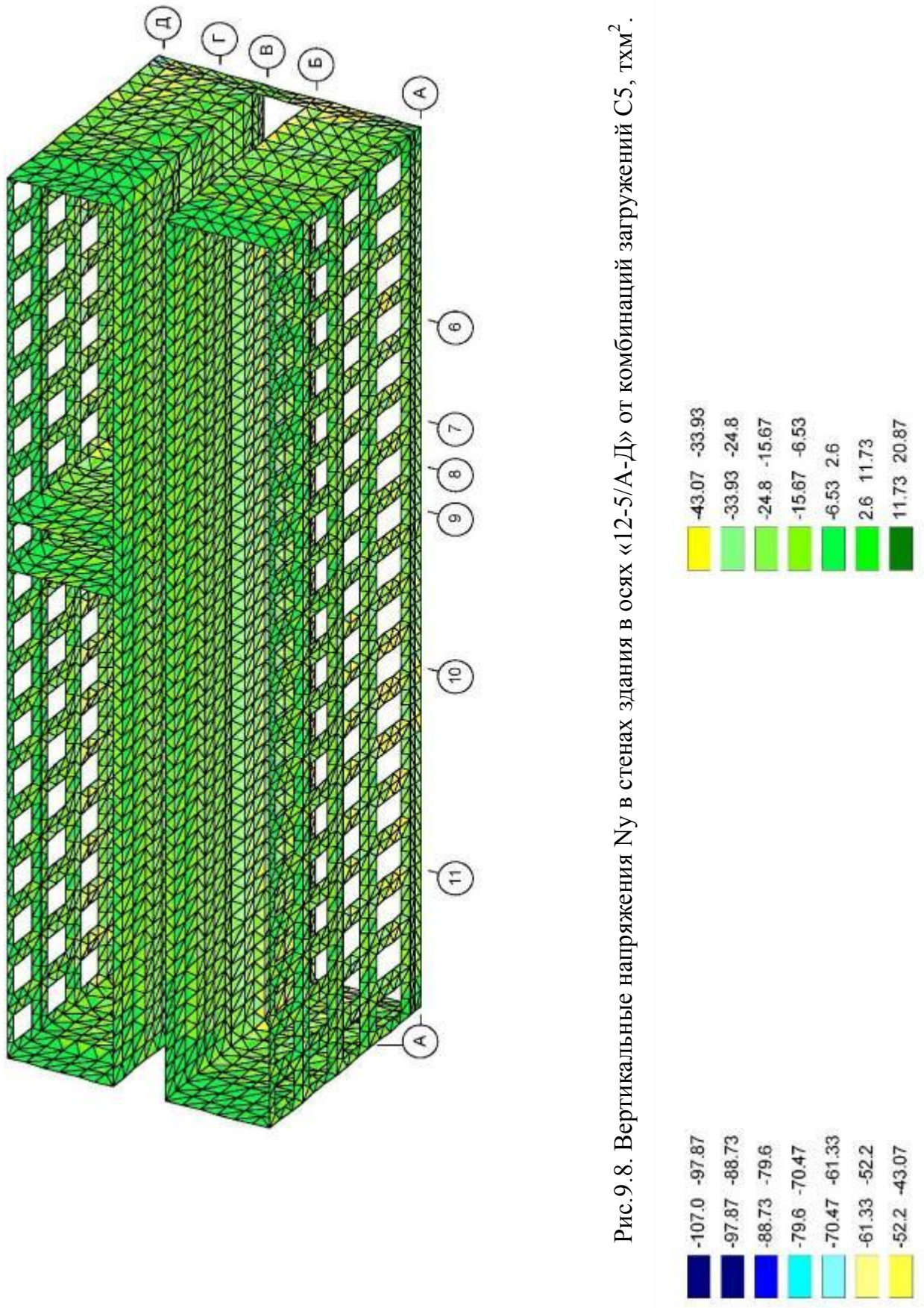


Рис.9.8. Вертикальные напряжения N_y в стенах здания в осях «12-5/А-Д» от комбинаций нагрузений С5, тхм².

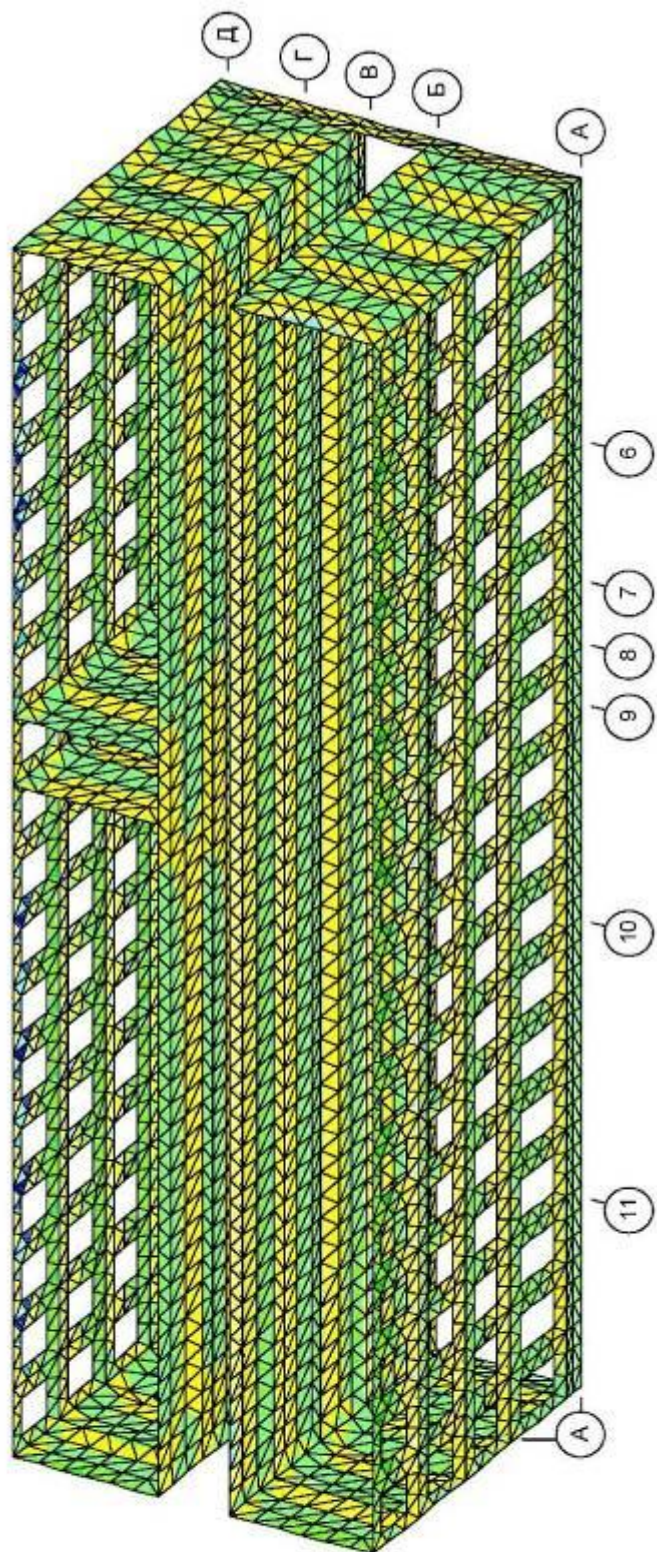
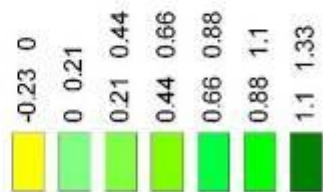
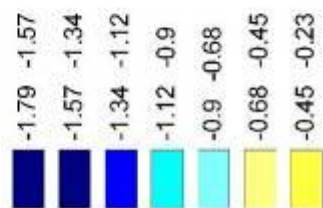


Рис.9.9. Моменты M_x в стенах здания в осях «12-5/А-Д» от комбинаций нагрузок С5, тхм/м.



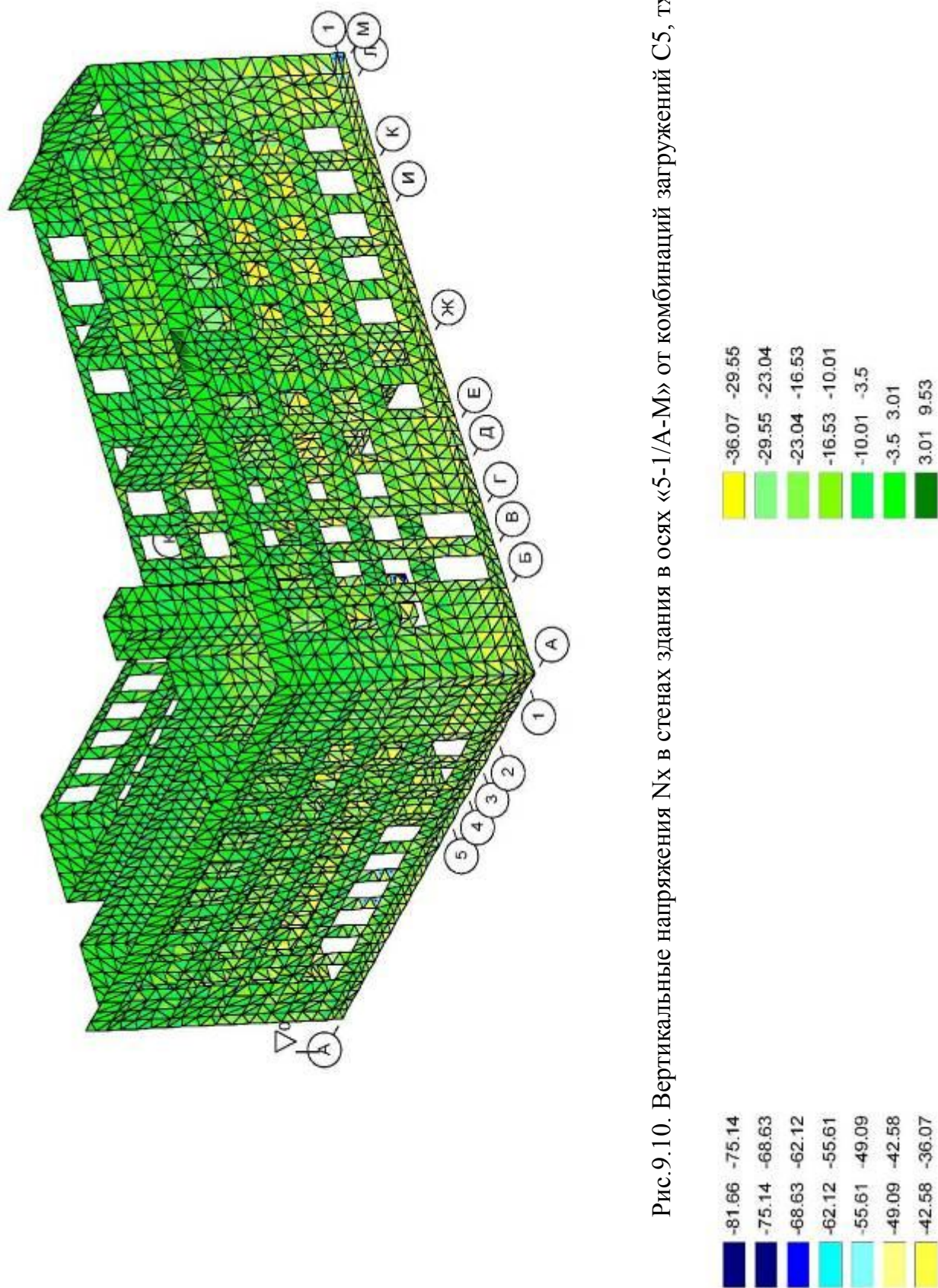


Рис.9.10. Вертикальные напряжения N_x в стенах здания в осях «5-1/А-М» от комбинаций нагрузок С5, тхм².

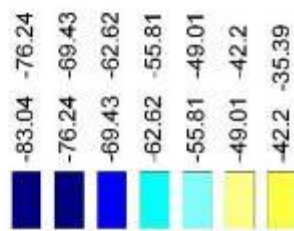
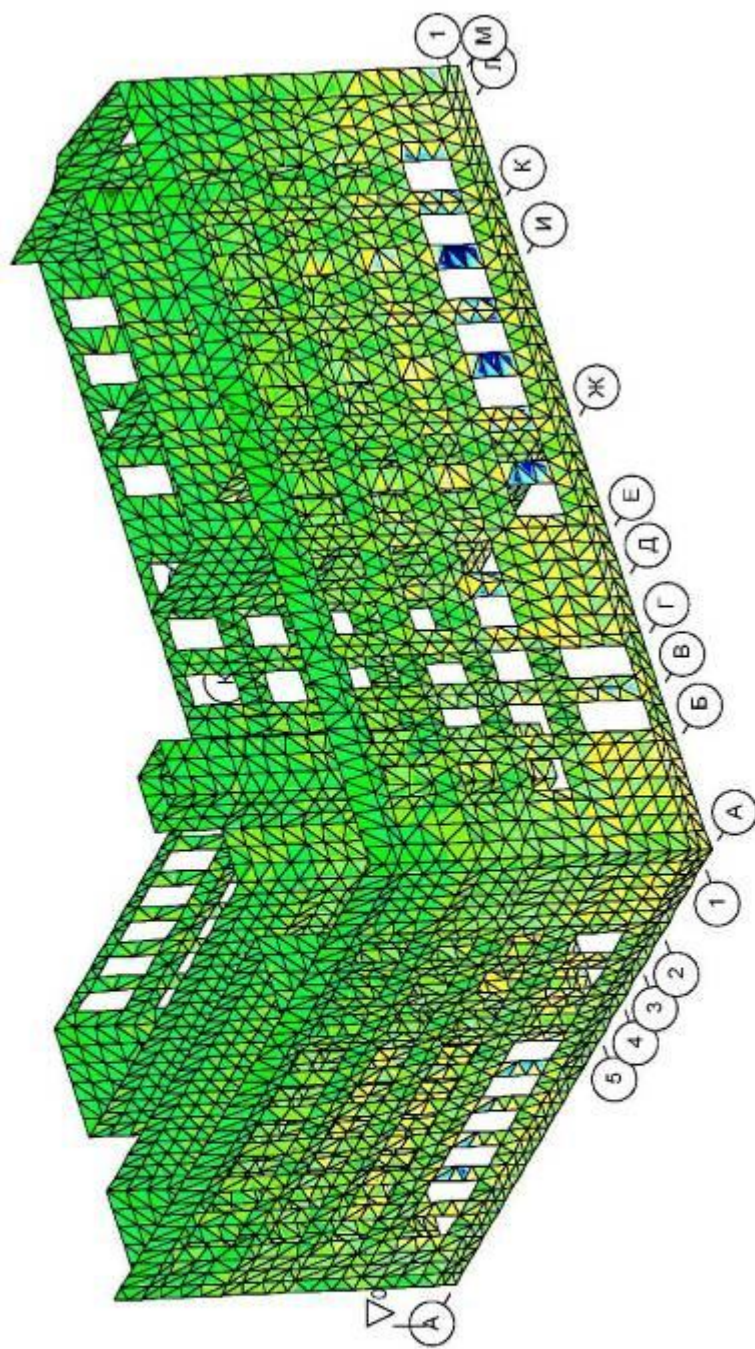


Рис.9.11. Вертикальные напряжения N_y в стенах здания в осях «5-1/А-М» от комбинаций нагрузок С5, тхм².

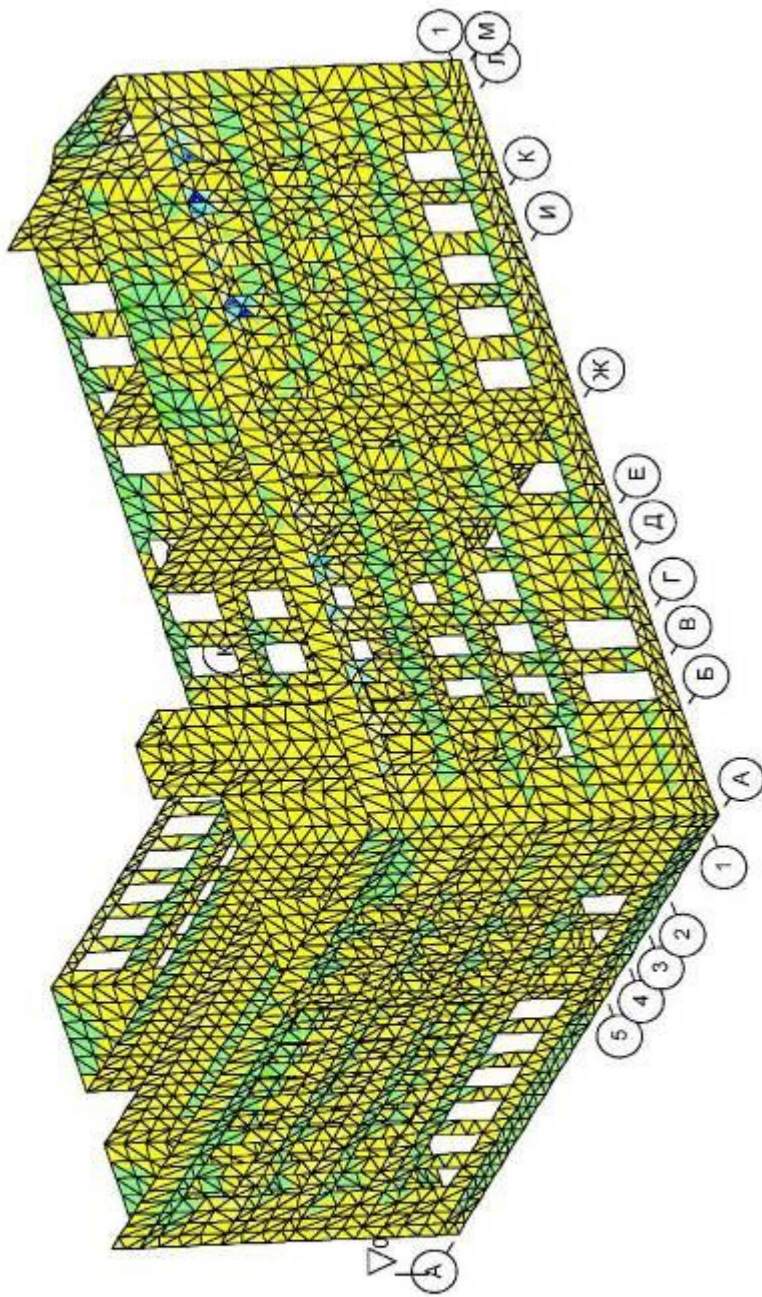
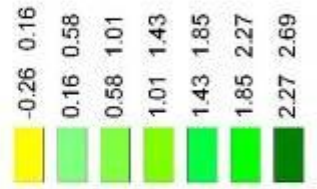
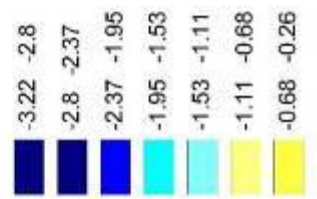


Рис.9.12. Моменты M_x в стенах здания в осях «5-1/А-М» от комбинаций нагрузок С5, тхм/м.



Формы колебаний здания

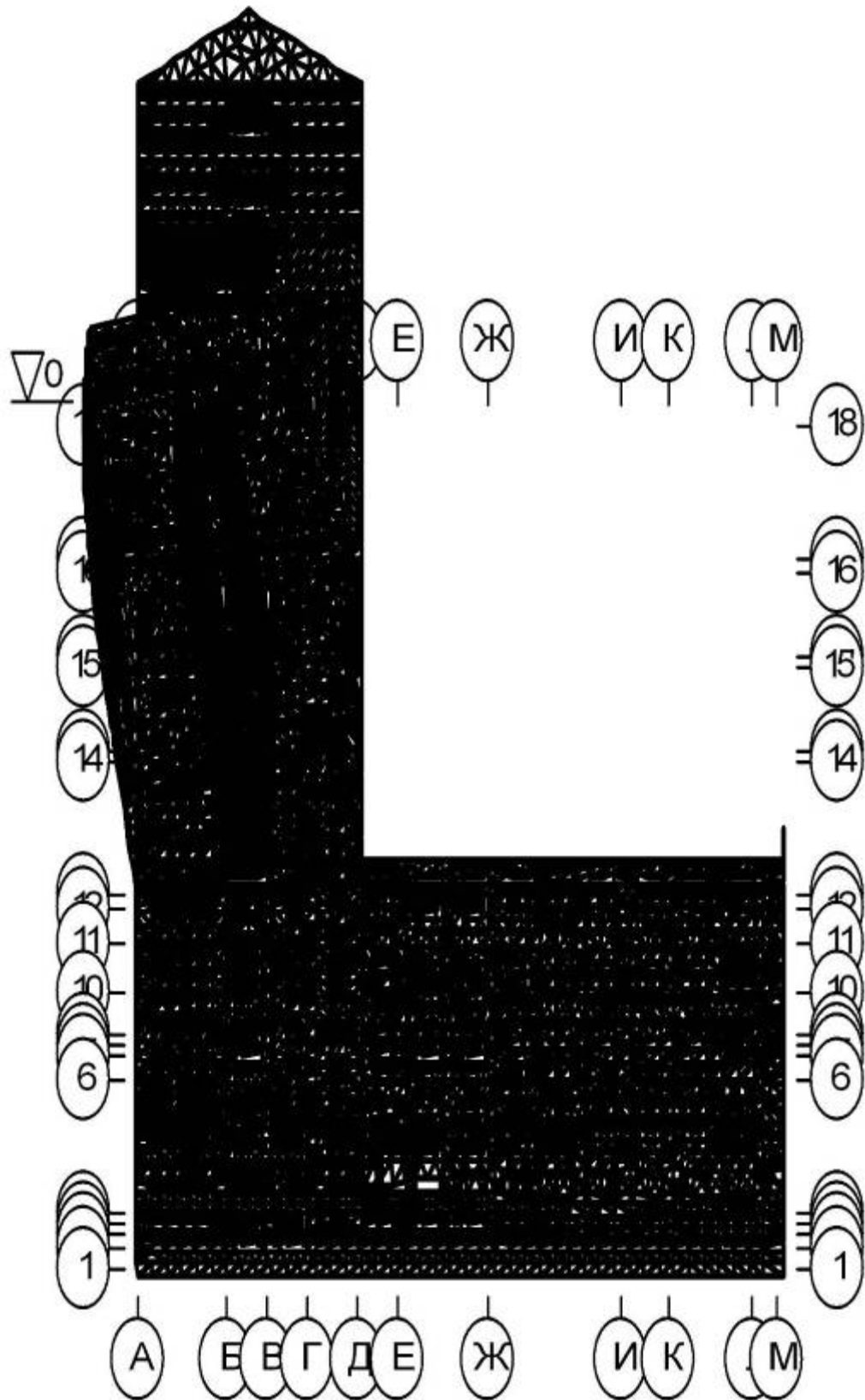


Рис.9.13. Форма 1 колебаний здания, период 0,568 с.

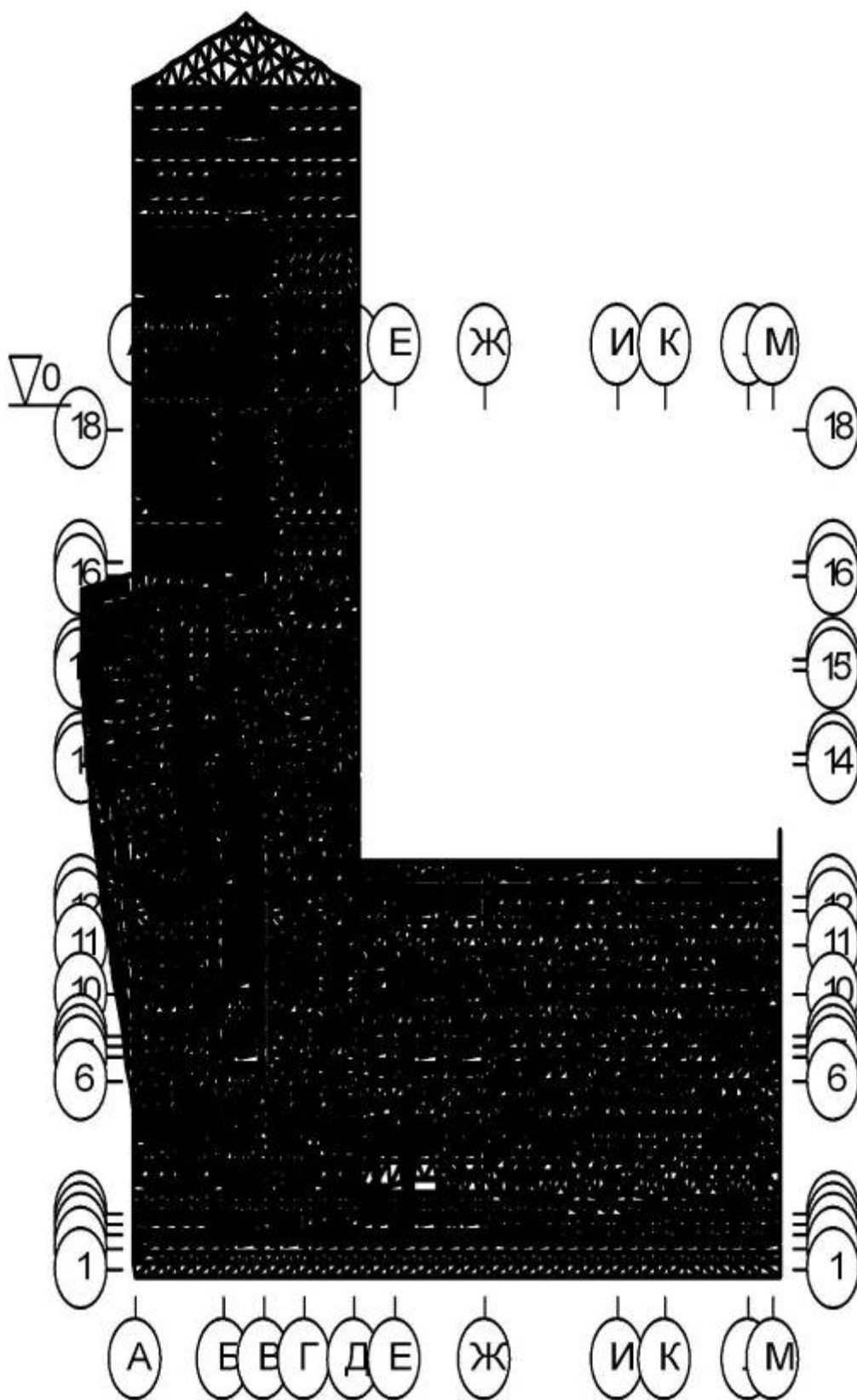


Рис.9.14. Форма 2 колебаний здания, период 0,551 с.

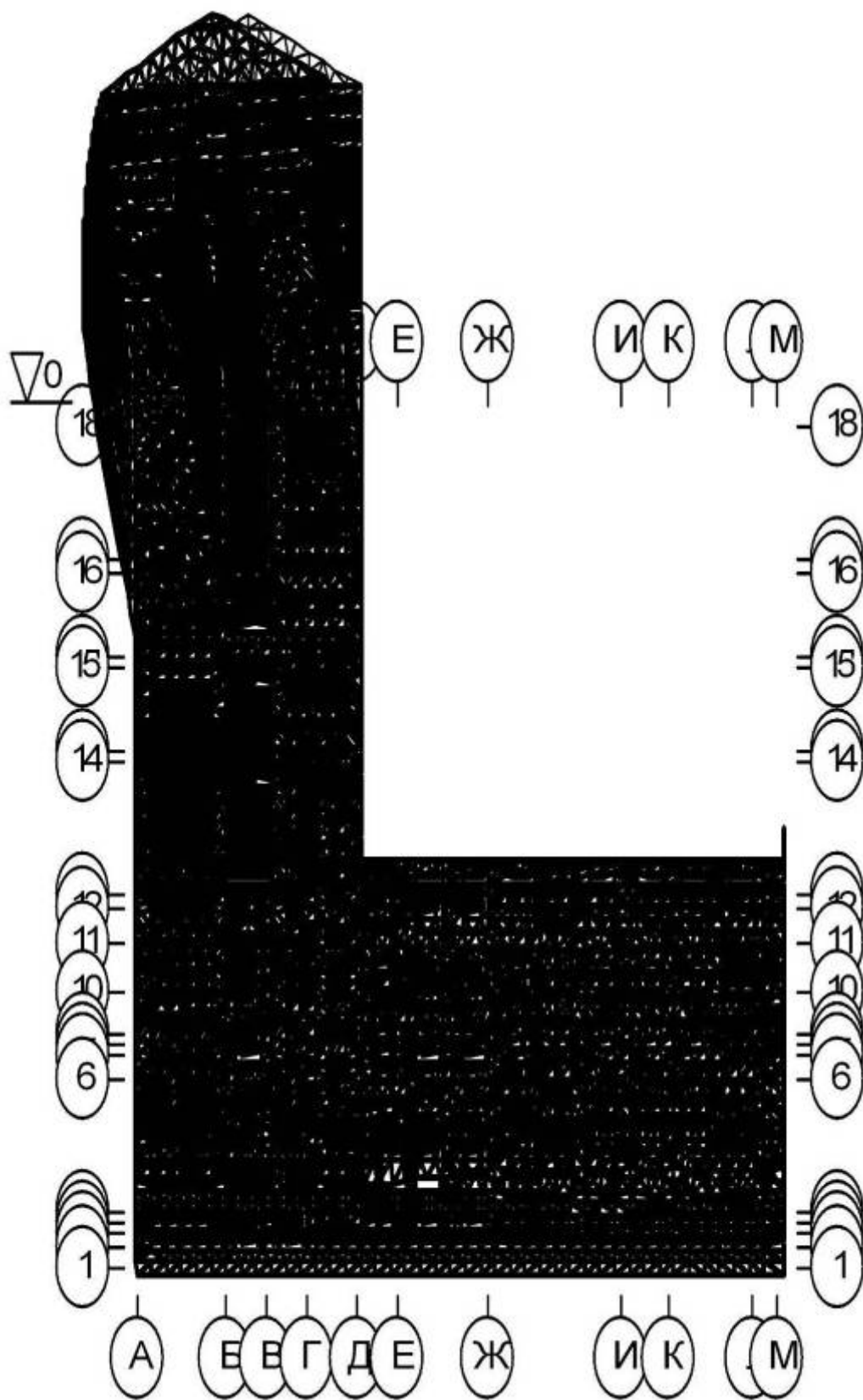


Рис.9.15. Форма 3 колебаний здания, период 0,532 с.

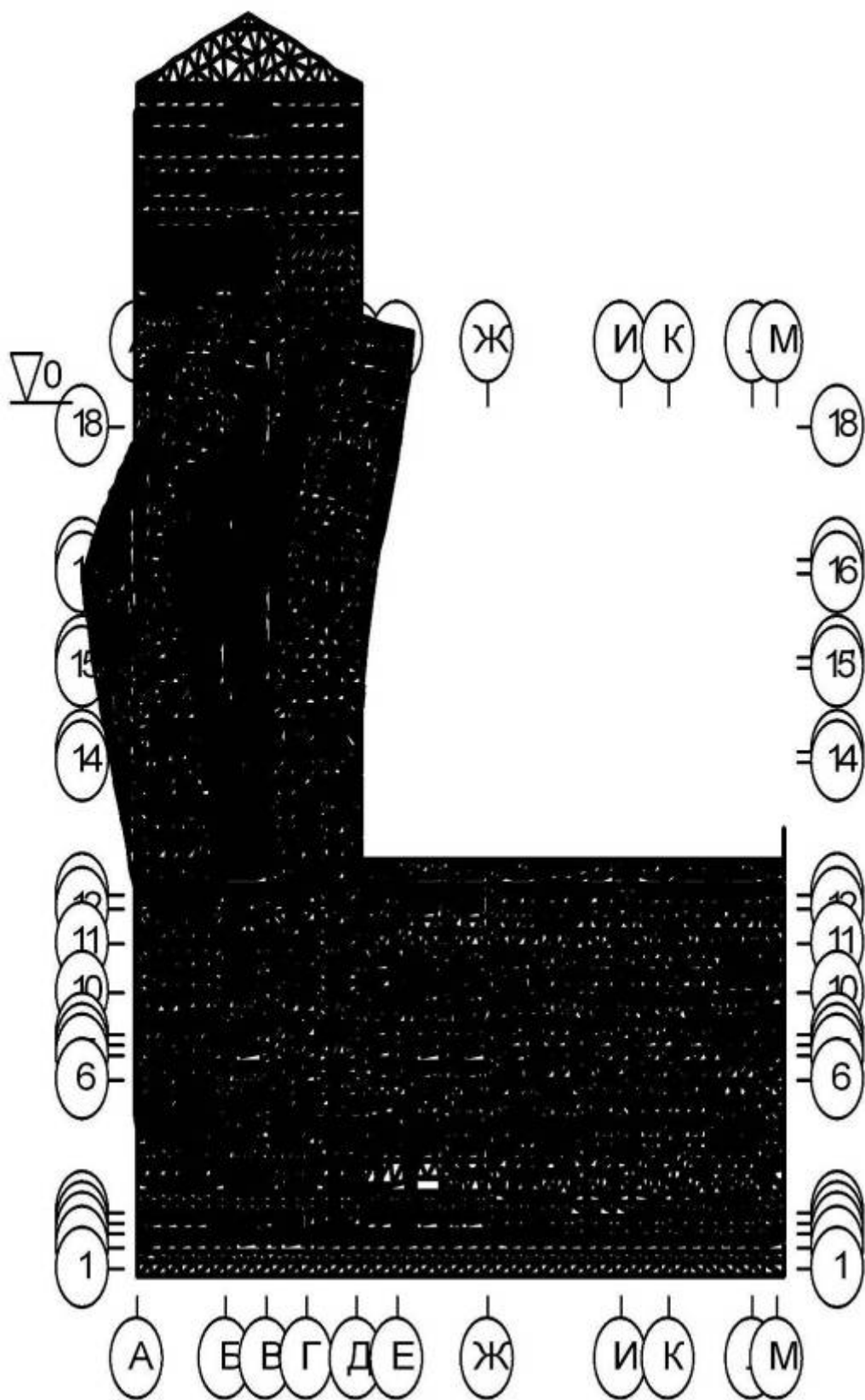


Рис.9.16. Форма 4 колебаний здания, период 0,378 с.

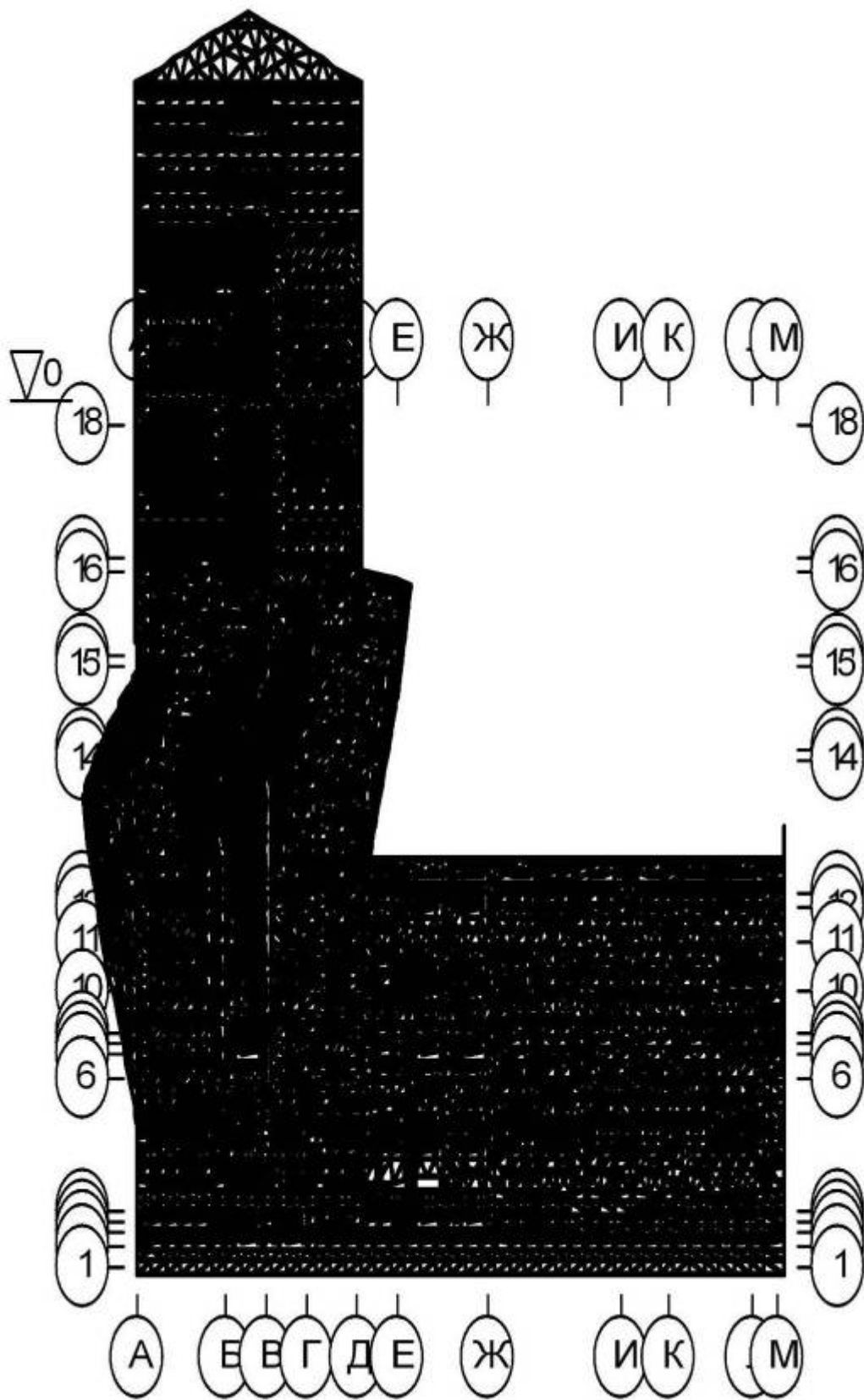


Рис.9.17. Форма 5 колебаний здания, период 0,363 с.

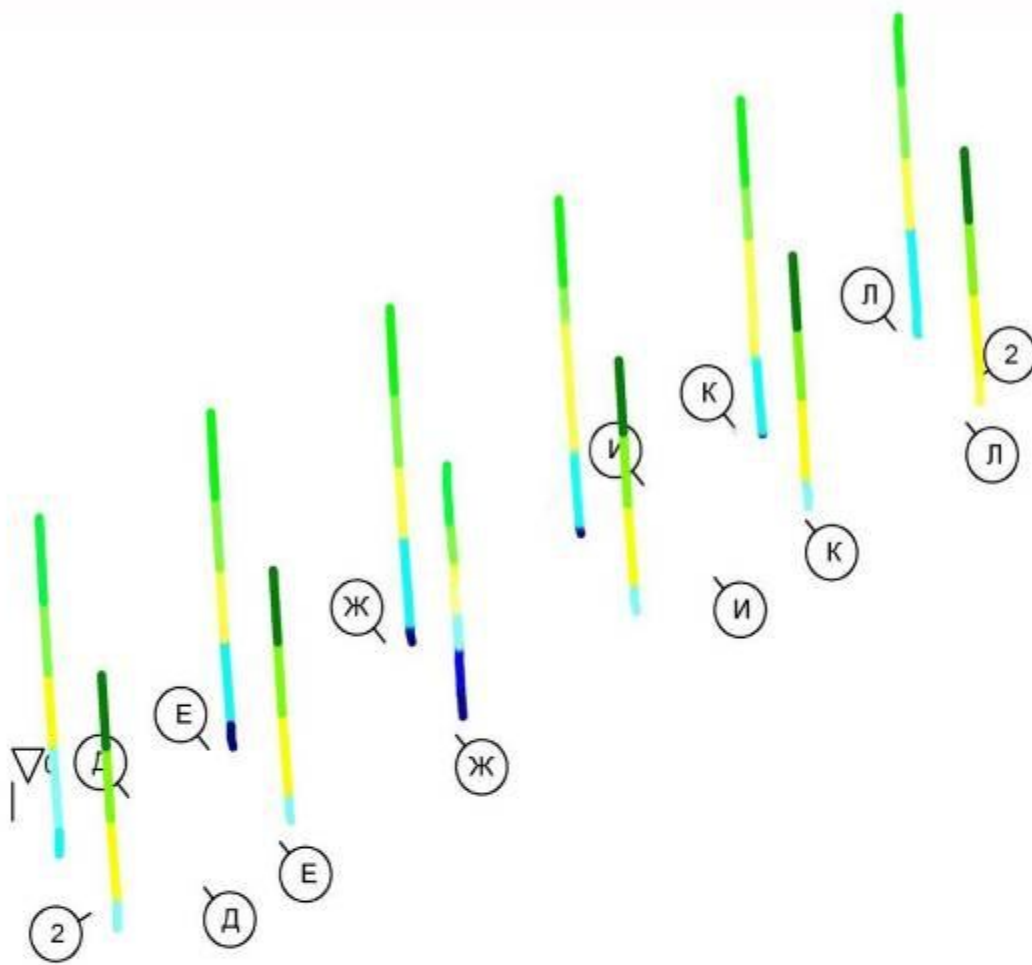


Рис.9.18. Цветовое отображение продольных сил N в колоннах здания от комбинации загрузений S_4 , т.

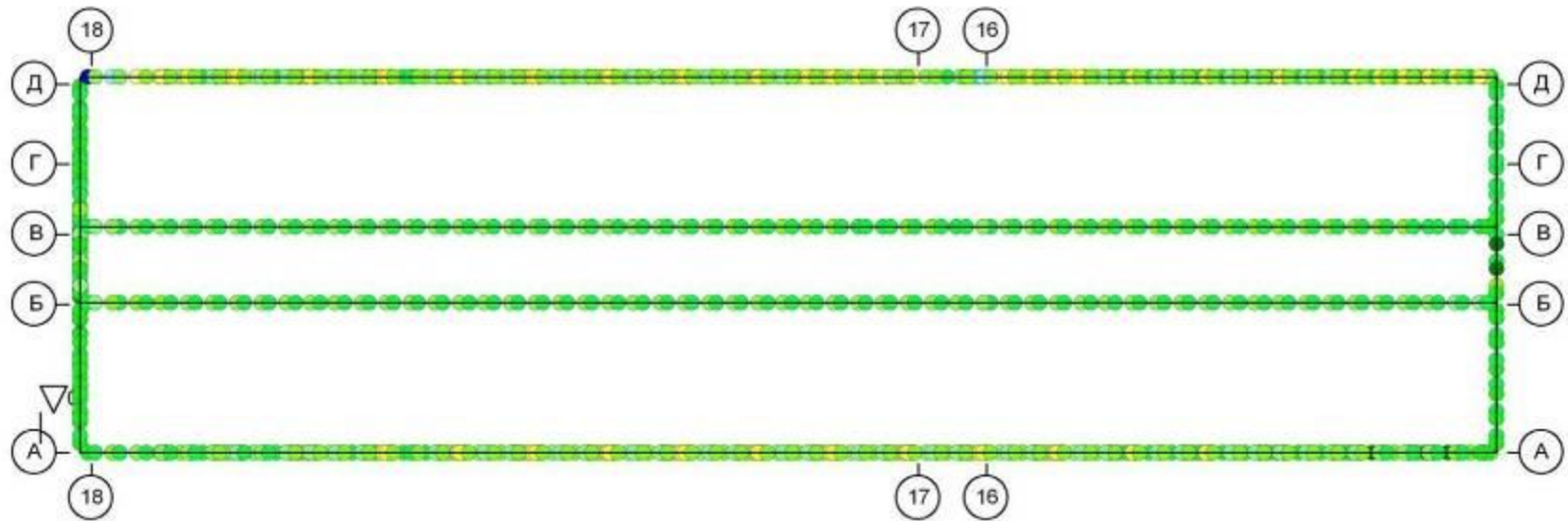


Рис.9.19. Нагрузка от наружных стен на ленточные фундаменты здания в осях «18-15/А-Д» от комбинации загрузений С5, тхм².

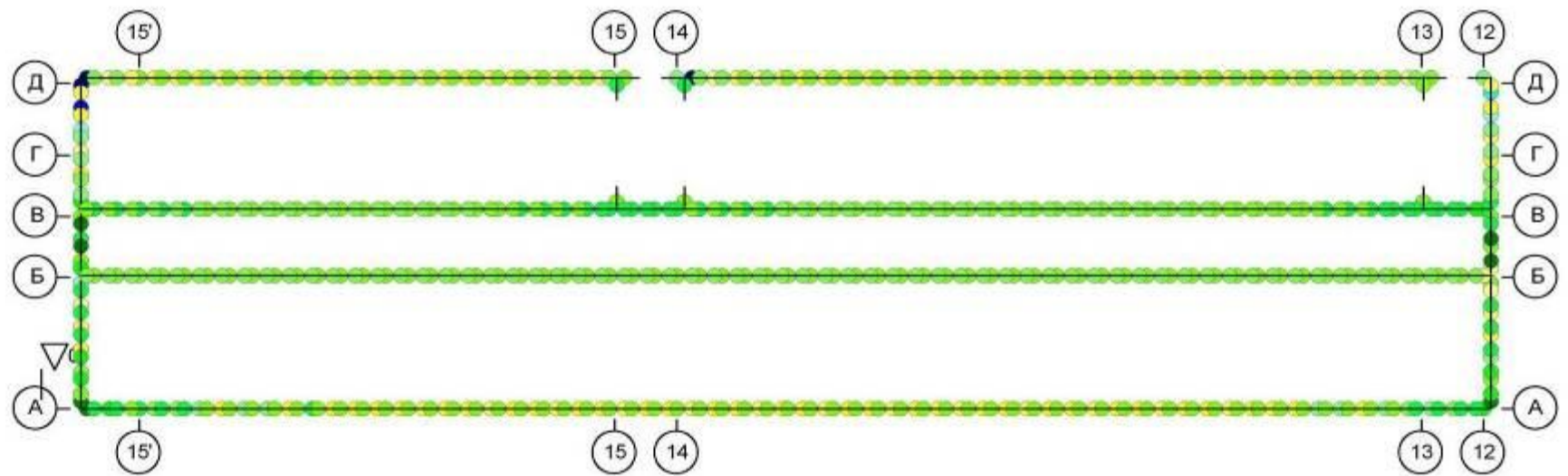


Рис.9.20. Нагрузка от внутренних стен на ленточные фундаменты здания в осях «15-12/А-Д» от комбинации загрузжений С5, тхм².

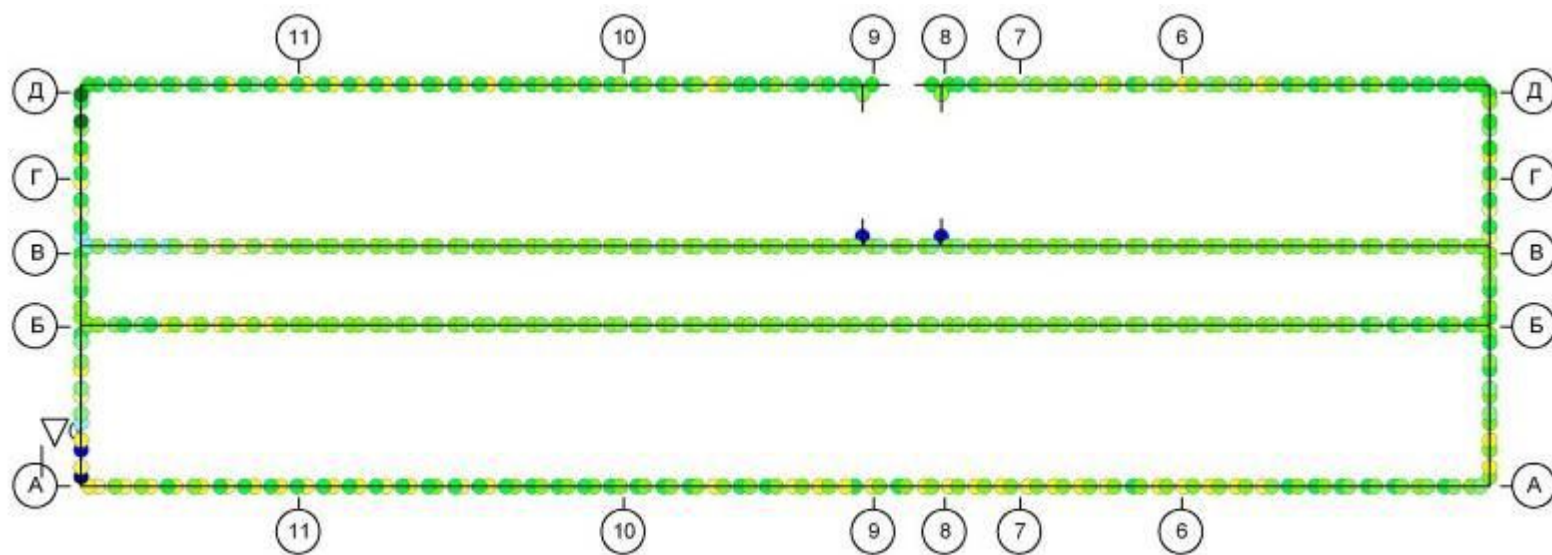


Рис.9.21. Нагрузка от внутренних стен на ленточные фундаменты здания в осях «12-5/А-Д» от комбинации загрузжений С5, тхм².

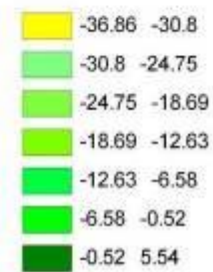
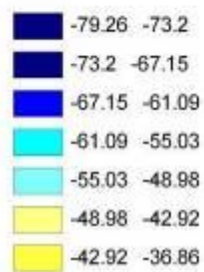
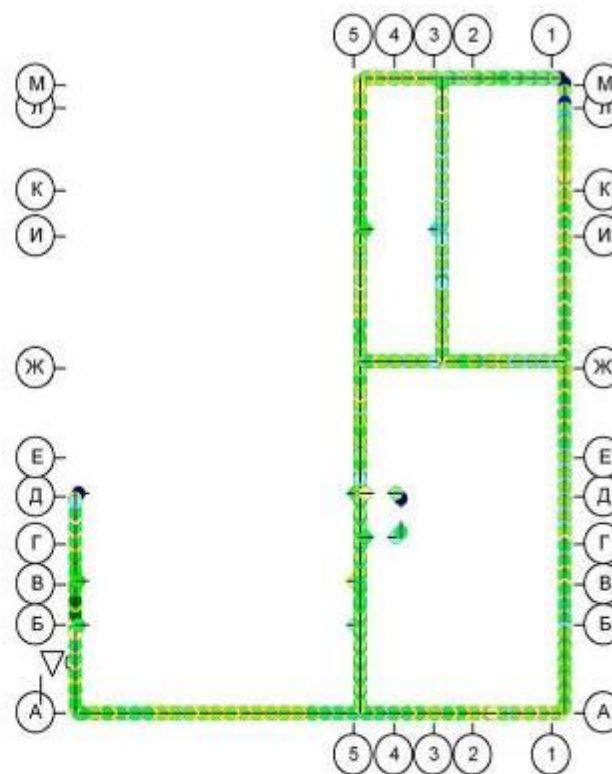


Рис.9.22. Нагрузка от внутренних стен на ленточные фундаменты здания в осях «5-1/А-М» от комбинации загрузжений С5, тхм².