


Курс обучения

Расчет зданий и сооружений с использованием ПК ЛИРА-САПР для опытных пользователей

32 академических часа (4 дня)

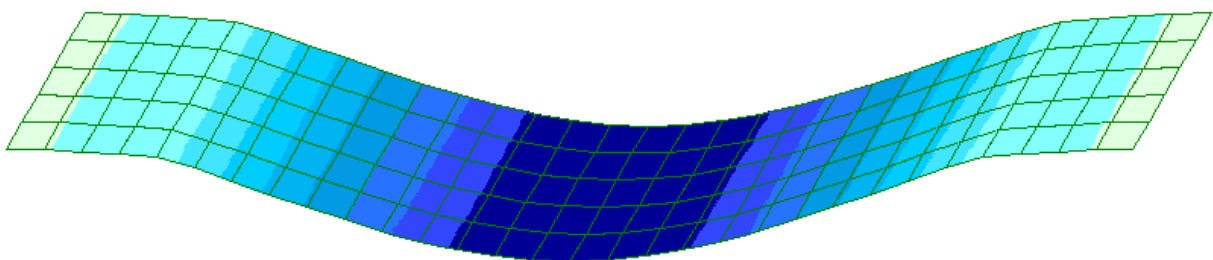
Краткая программа курса:


- Расчет сложных конструкций с использованием метода суперэлементов.
- Виды нелинейных задач.
- Расчет прогибов железобетонной плиты перекрытия с учетом физической нелинейности. Расчет прогибов плиты перекрытия с учетом инженерной нелинейности.
- Расчет мачты с оттяжками с учетом геометрической нелинейности.
- Расчет конструкций с одновременным учетом физической и геометрической нелинейности.
- Решение задач с учетом стадийности возведения и эксплуатации конструкций. Расчет железобетонной рамы с учетом поэтапного монтажа /демонтажа элементов (в т.ч. с учетом динамических нагрузок, расчет на устойчивость на каждой монтажной стадии). Расчет шпунтового ограждения котлована с учетом стадийной экскавации грунта из котлована.
- Решение задач с использованием модуля Динамика во времени. Расчет балки на односторонних связях (конструктивная нелинейность). Расчет мачты с оттяжками с учетом динамической ветровой нагрузки.
- Рекомендации по составлению расчетной схемы. Решение задач пользователей.



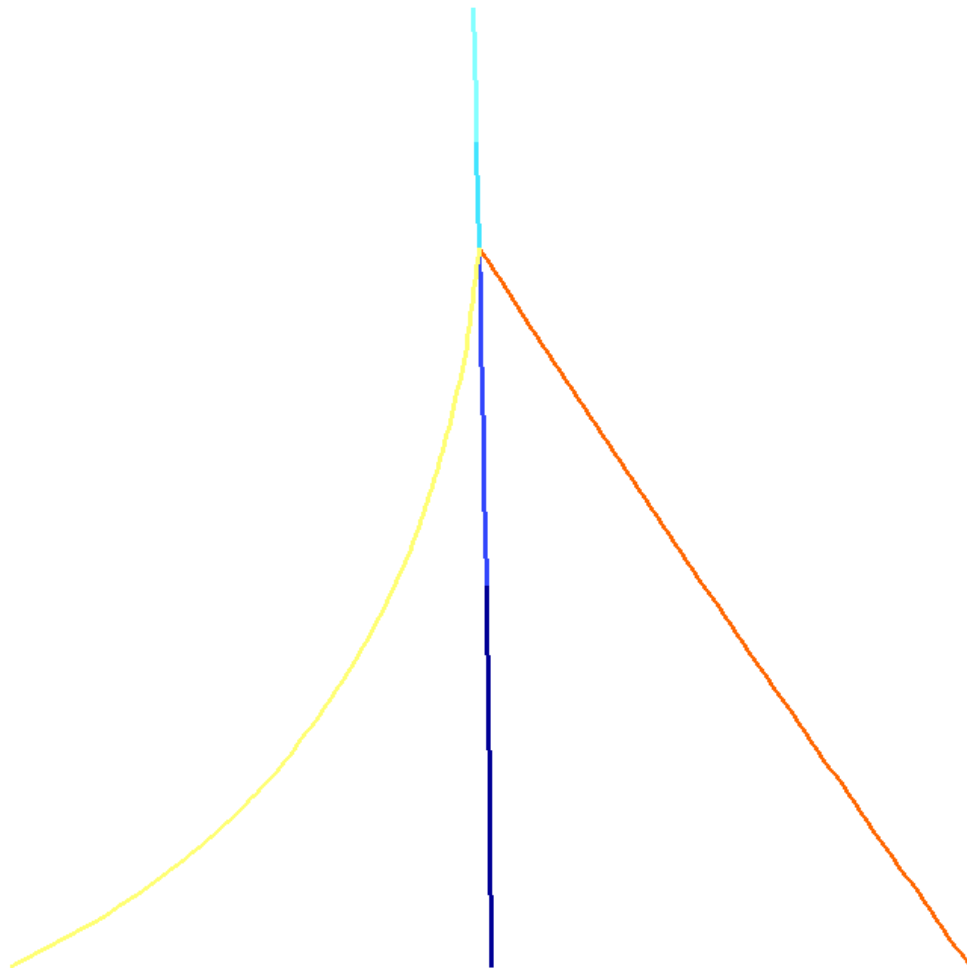
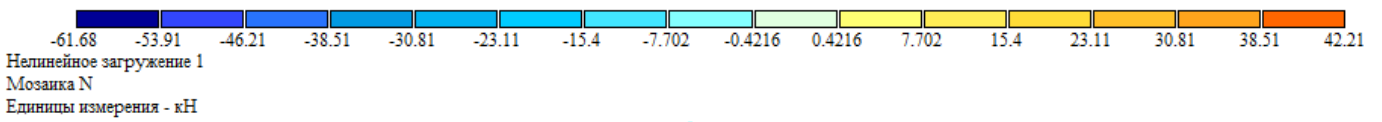
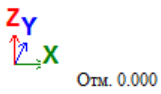
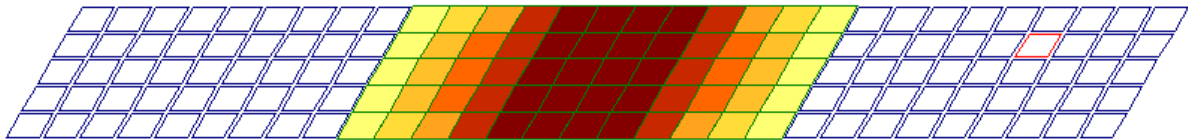
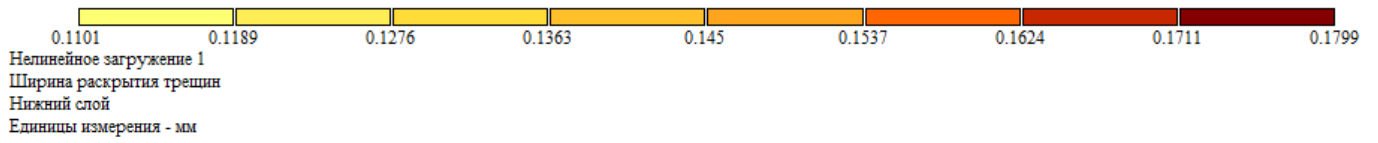
 -13.55 -11.84 -10.15 -8.458 -6.766 -5.075 -3.383 -1.692 -0.1353 0

Нелинейное нагружение 1
 Изополя перемещений по Z(G)
 Единицы измерения - мм

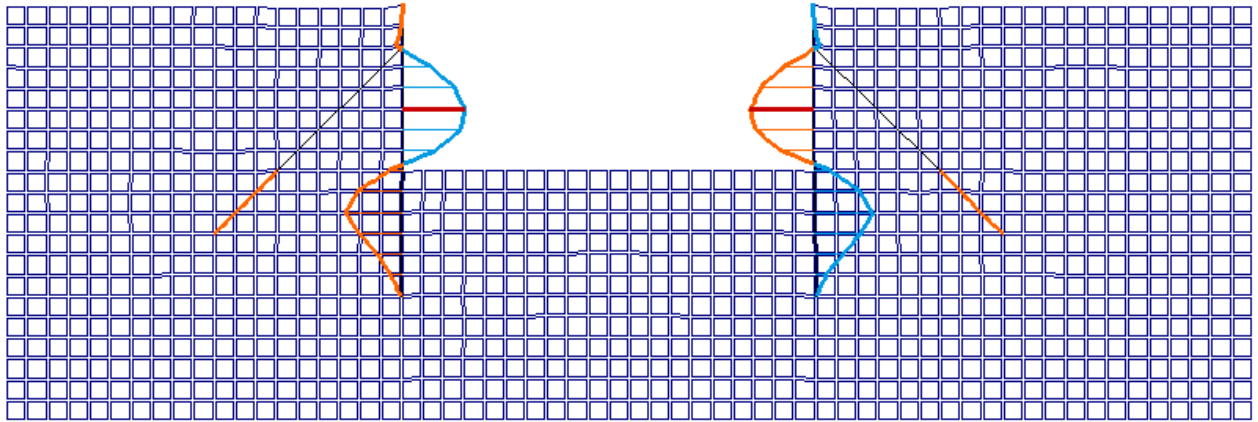




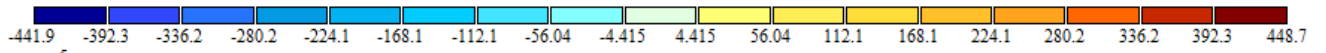
 Отм. 0.000



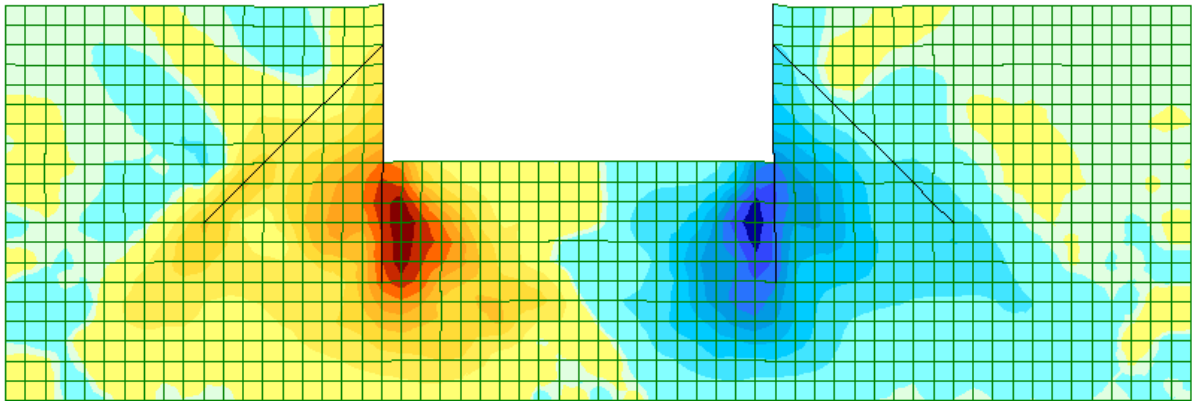
Загрузка 5
Эпюра М_y
Единицы измерения - кН*м



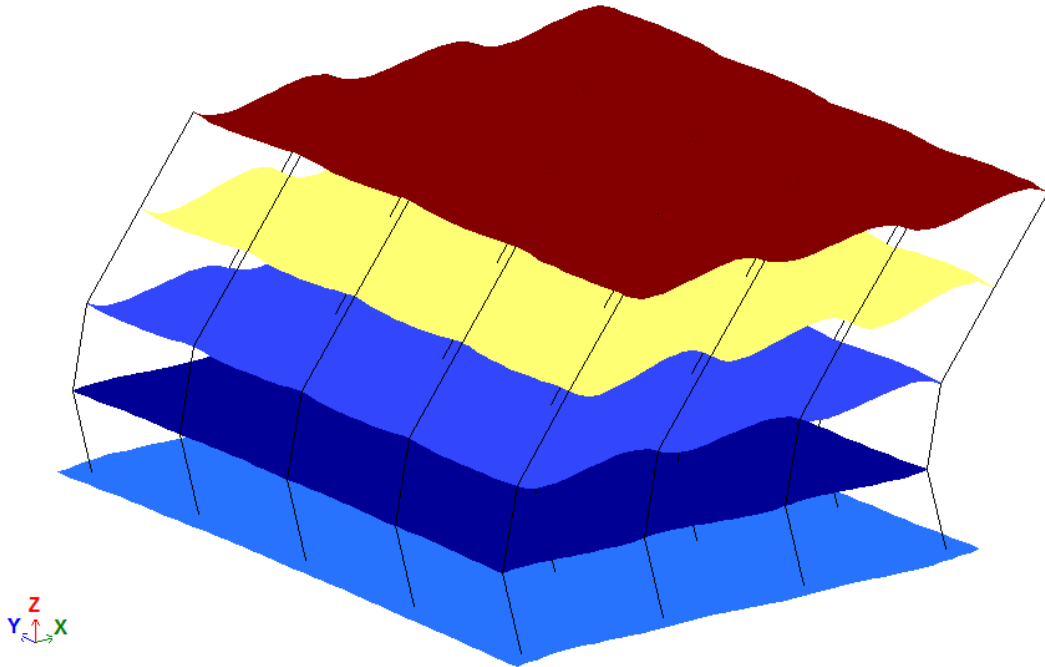
Минимальное усилие -918.85; Максимальное усилие 926.554



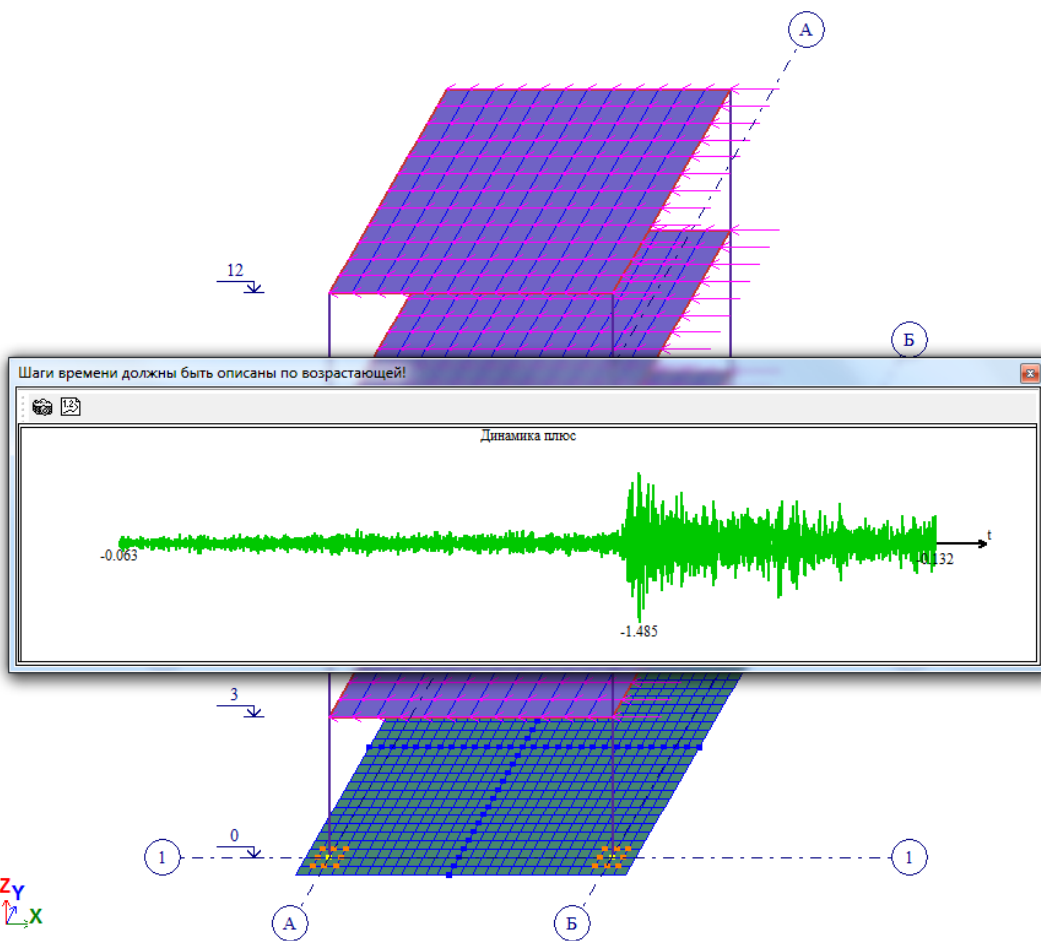
Загрузка 5
Изополю напряжений по Т_{xz}
Единицы измерения - кН/м**2

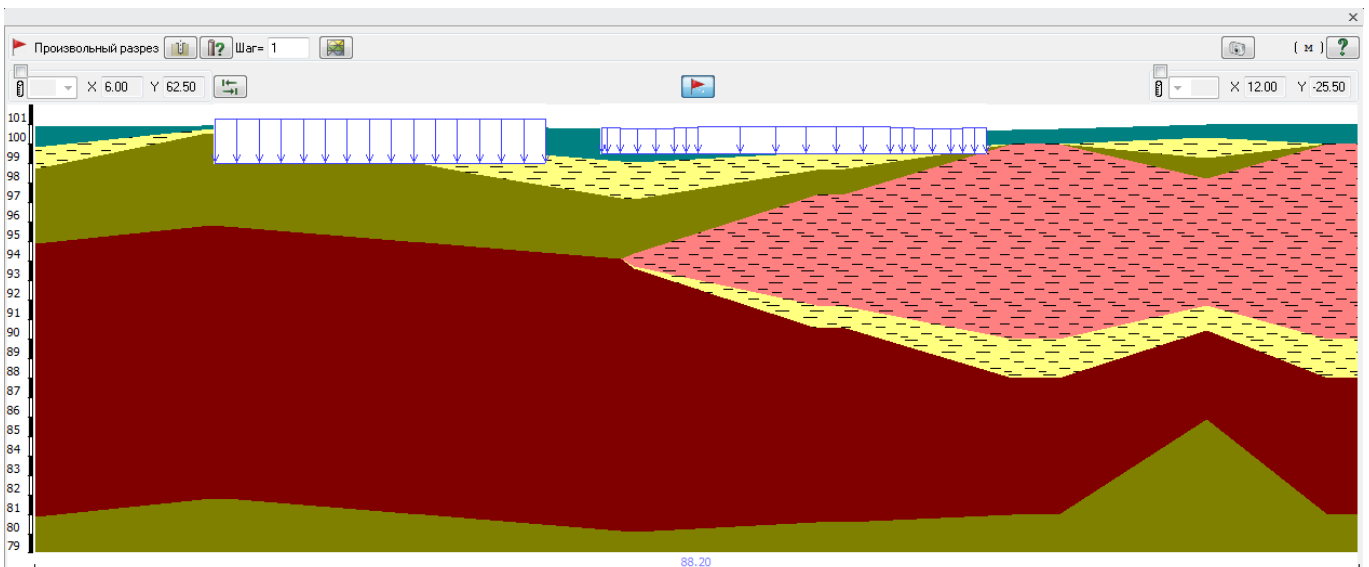
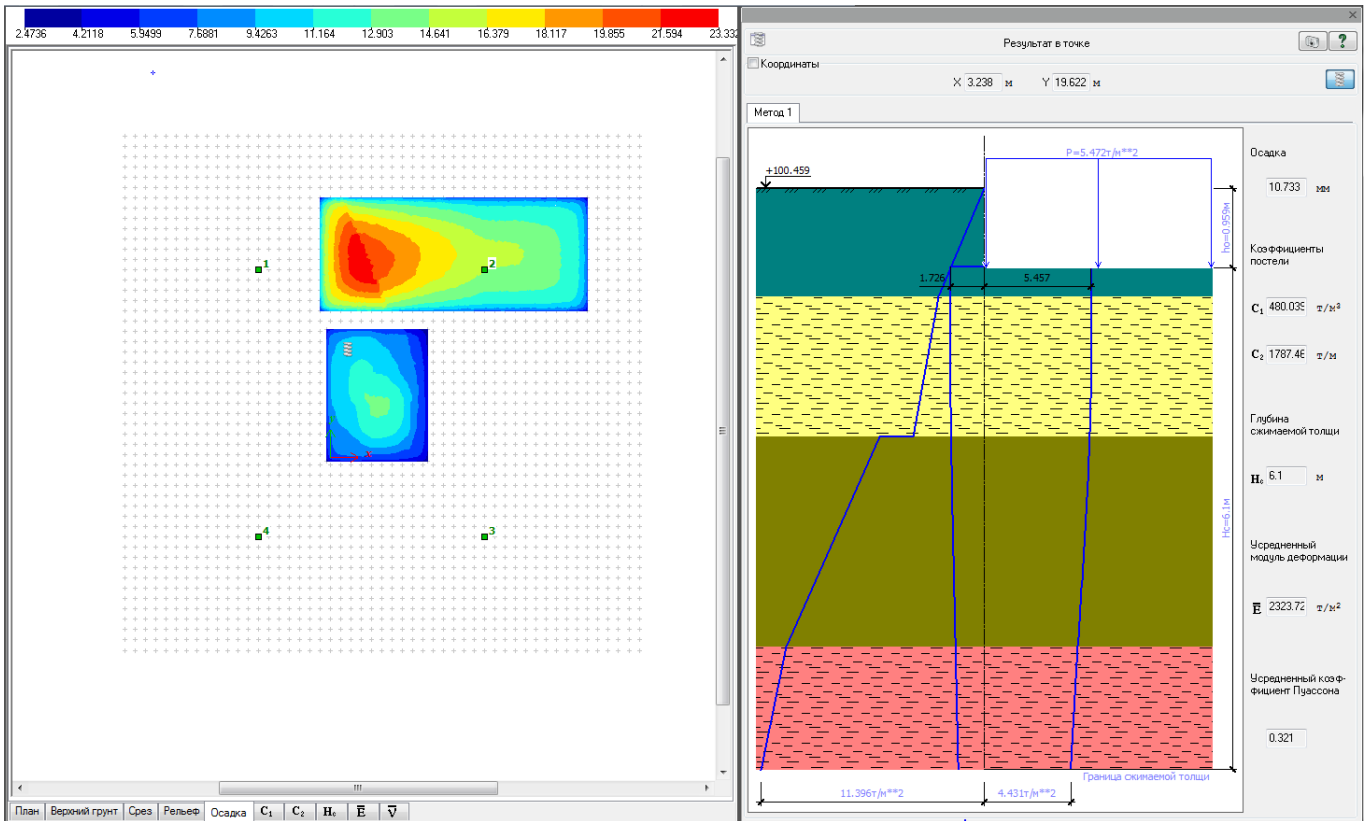


сейсмикаX
 Форма колебаний в гл. с. 4
 Изополю перемещений по X(G)
 Массы собраны из загрузок: 1,2,3



D+





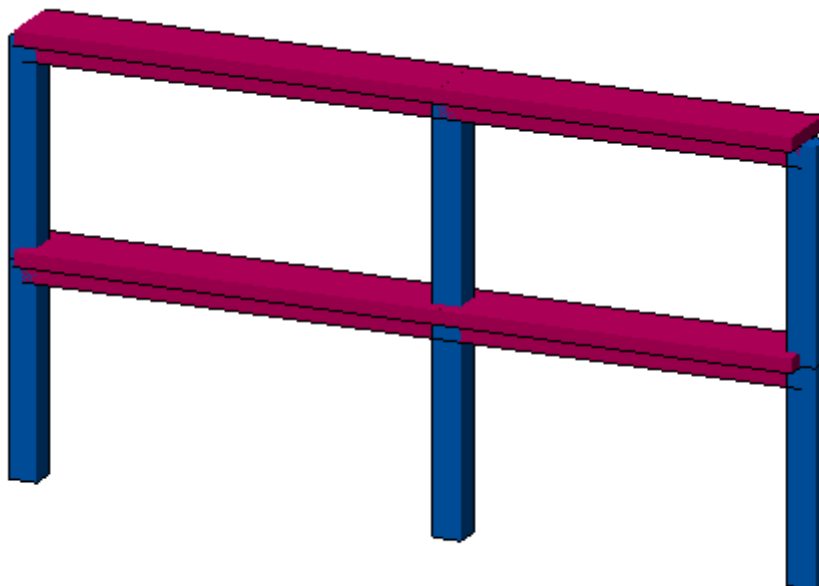
Курс обучения

Расчет зданий и сооружений с использованием ПК ЛИРА-САПР для начинающих пользователей

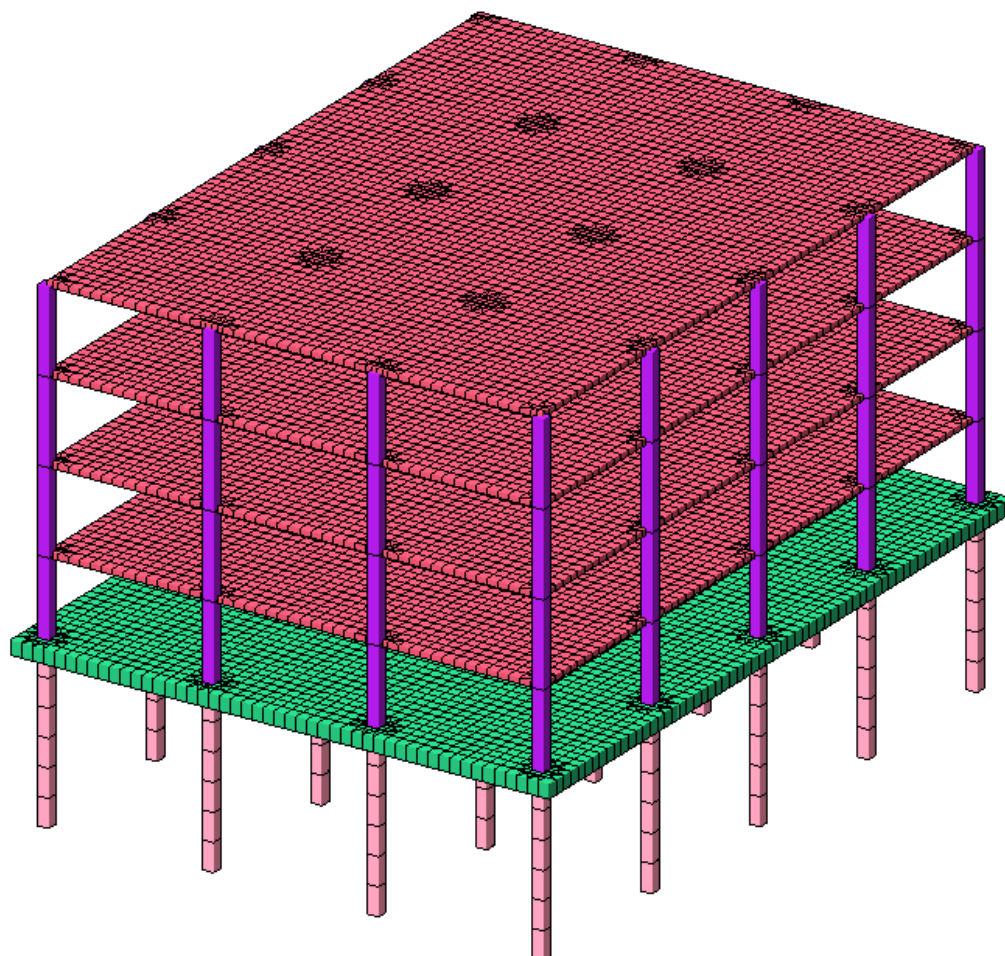
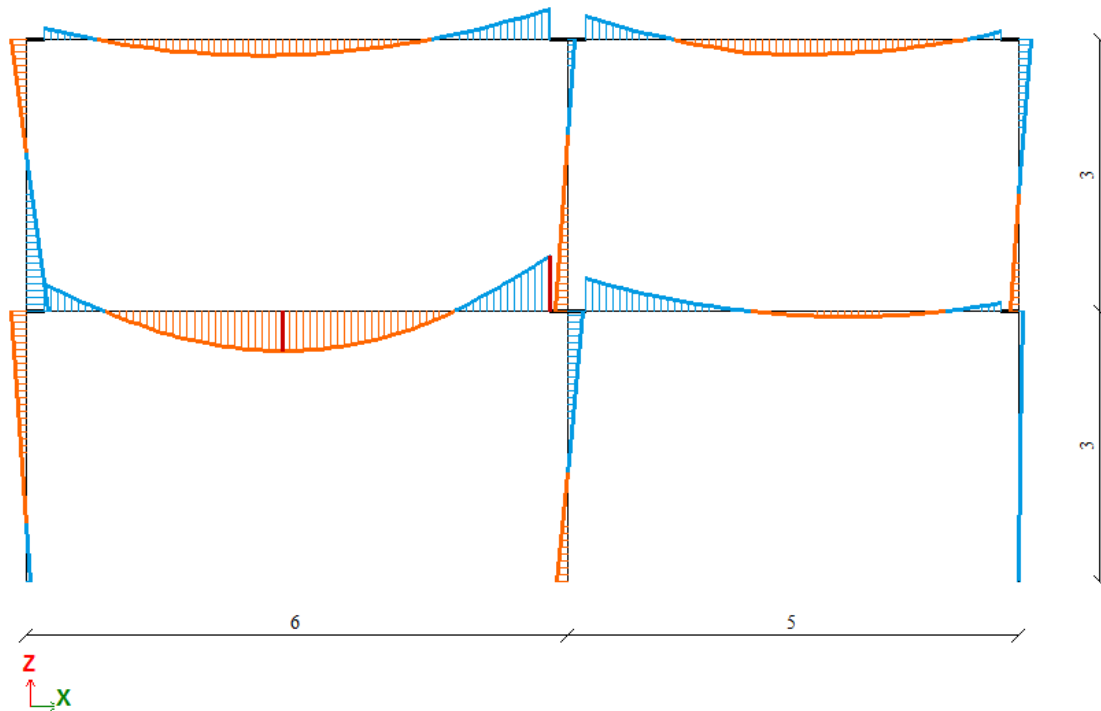
40 академических часов (5 дней)

Краткая программа курса:

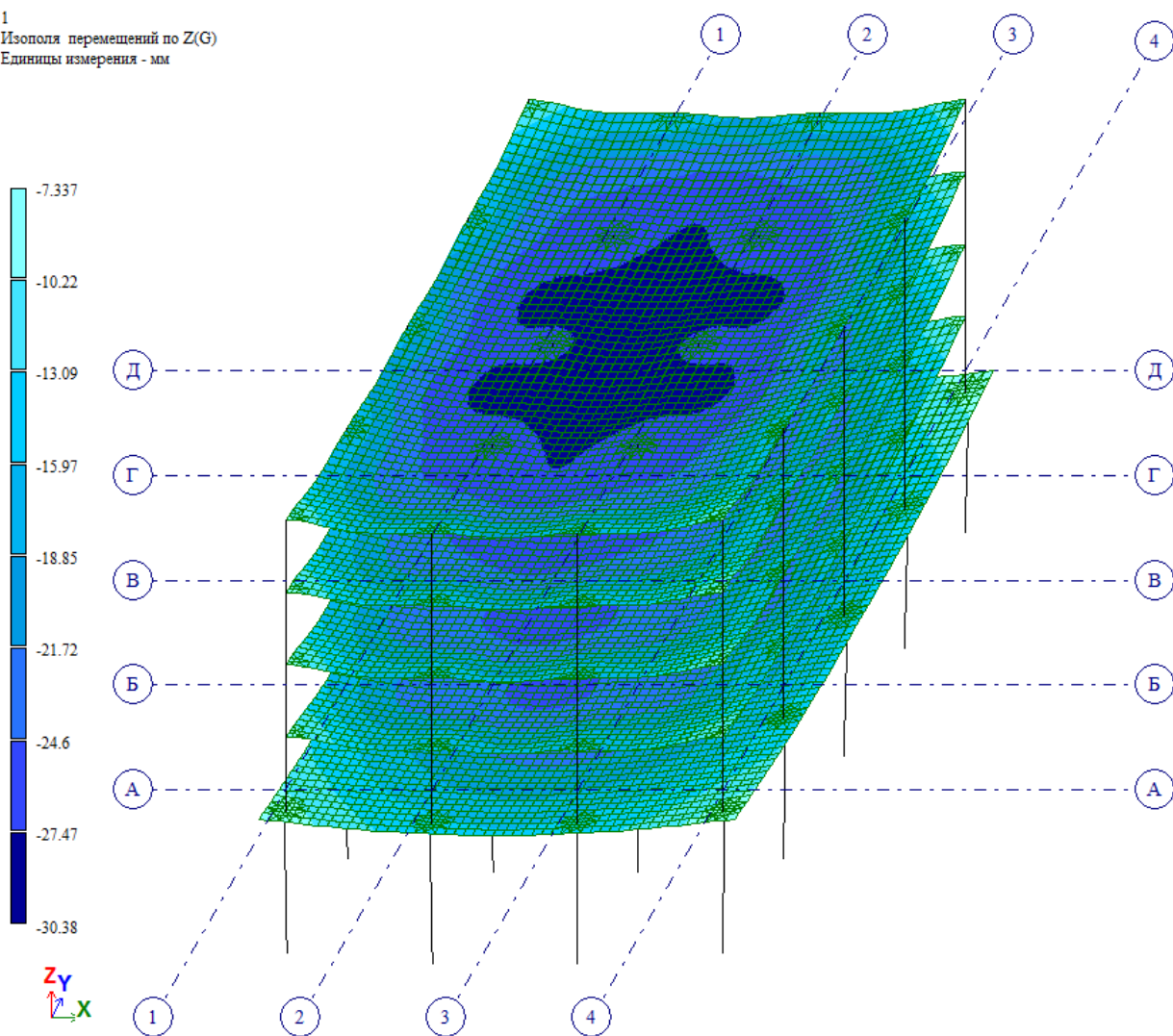
- Расчет стержневых систем на статические нагрузки. Применение стержневых КЭ. Использование сечений, переменных по длине стержневого КЭ. Принцип использования вариантов конструирования (расчет конструкций одновременно по различным нормативным документам).
- Расчет плоской железобетонной рамы. Расчет стального каркаса в пространственной постановке. Расчет подпорной стенки на свайном фундаменте.
- Применение пластинчатых КЭ (балка-стенка, плита, оболочка). Расчет плиты перекрытия здания.
- Расчет пространственных рамных и рамно-связевых систем на статические и динамические воздействия.
- Расчет металлической башни с учетом пульсации ветра. Расчет безригельного железобетонного каркаса с фундаментной плитой на естественном основании с учетом сейсмического воздействия.
- Расчет осесимметричных задач. Расчет цилиндрического резервуара.
- Конструирующая система АРМ-САПР (подбор арматуры и проверка заданного армирования в стержневых и пластинчатых элементах).
- Расчет стальных конструкций СТК-САПР (подбор и проверка сечений и узлов стальных конструкций). Редактор стальных сортаментов (РС-САПР).
- Использование вспомогательных систем ЛИТЕРА, КС-САПР, КТС-САПР, РСУ, РСН, УСТОЙЧИВОСТЬ, ФРАГМЕНТ, ДОКУМЕНТАТОР

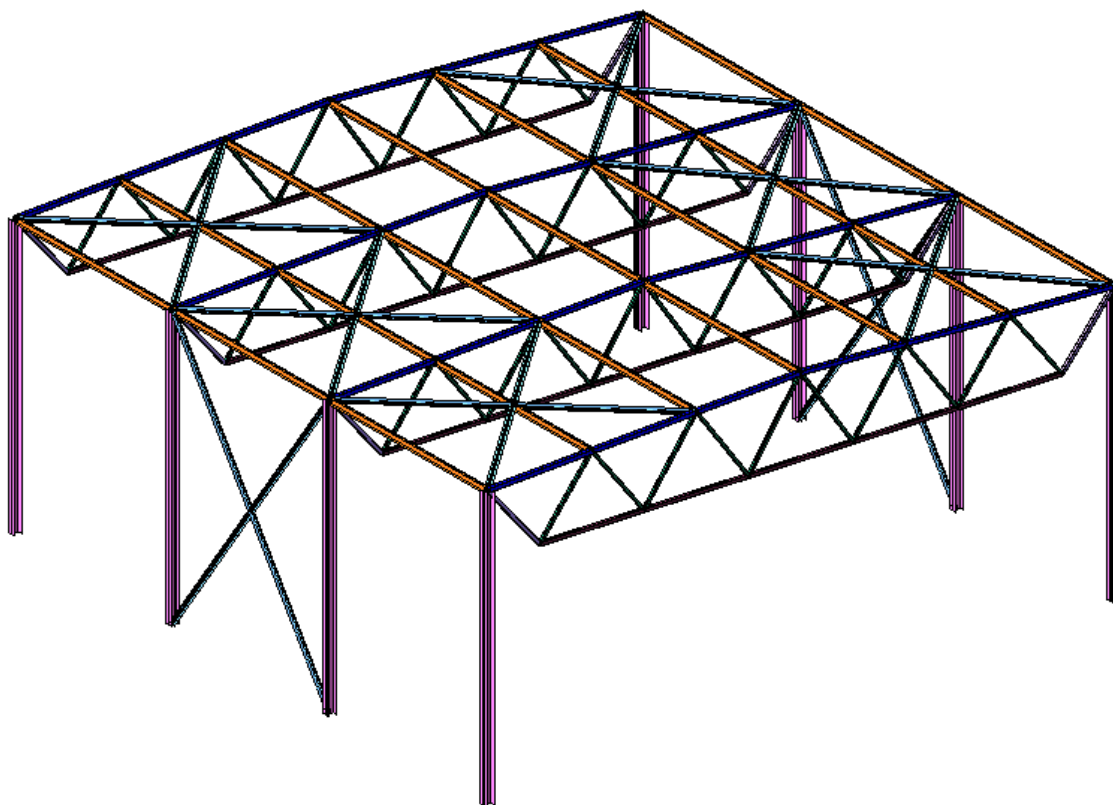


Эпюра М_y
Единицы измерения - кН*м

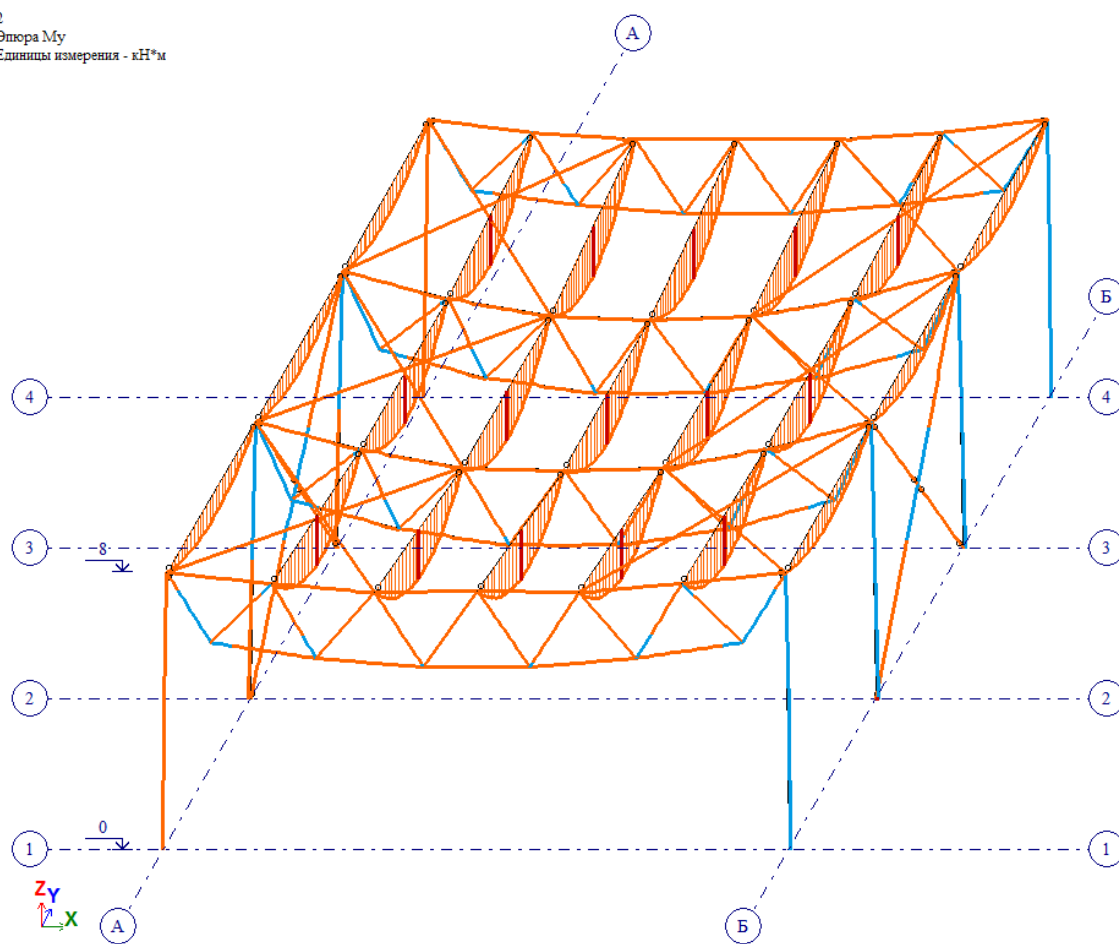


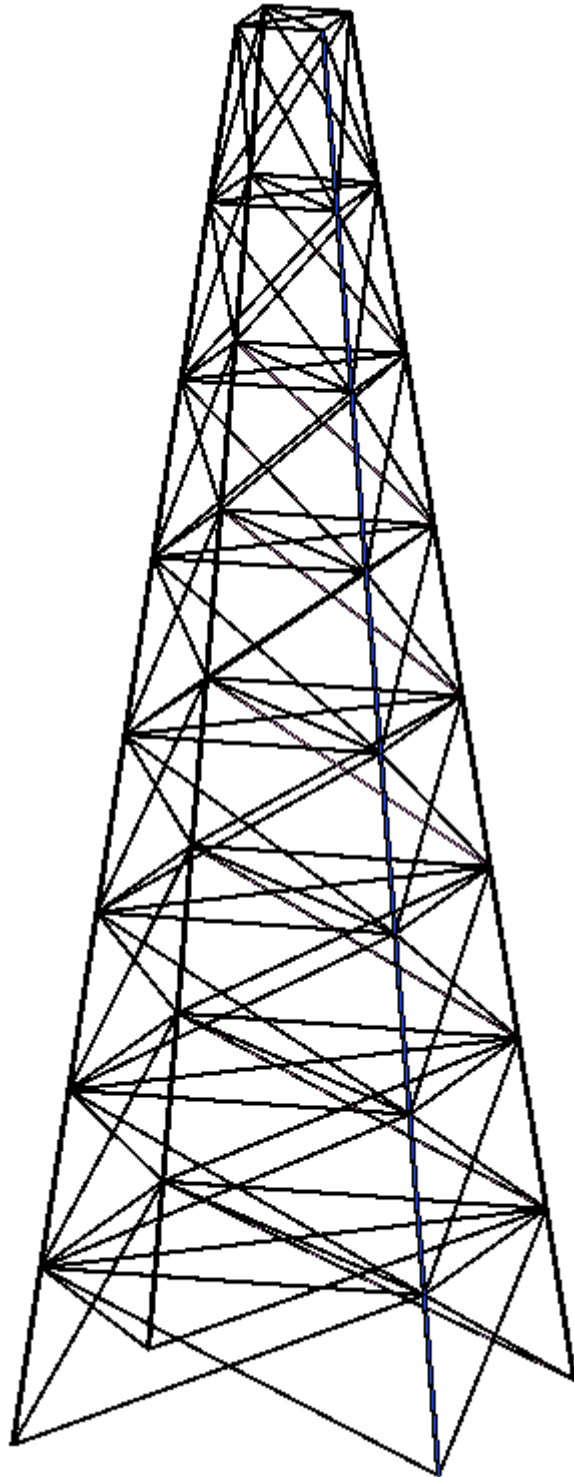
1
Изополю перемещений по Z(G)
Единицы измерения - мм



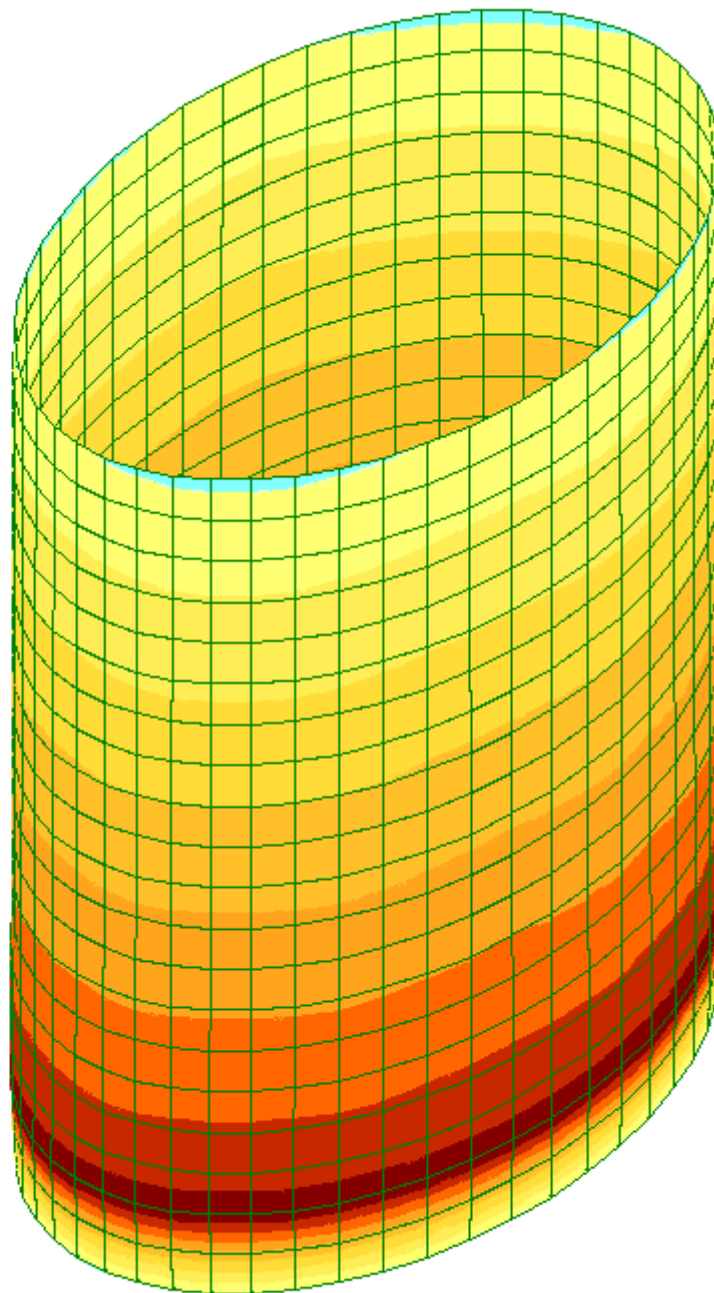
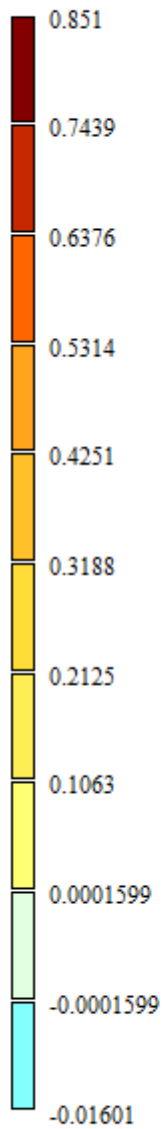


2
Эпюра М_y
Единицы измерения - кН*м

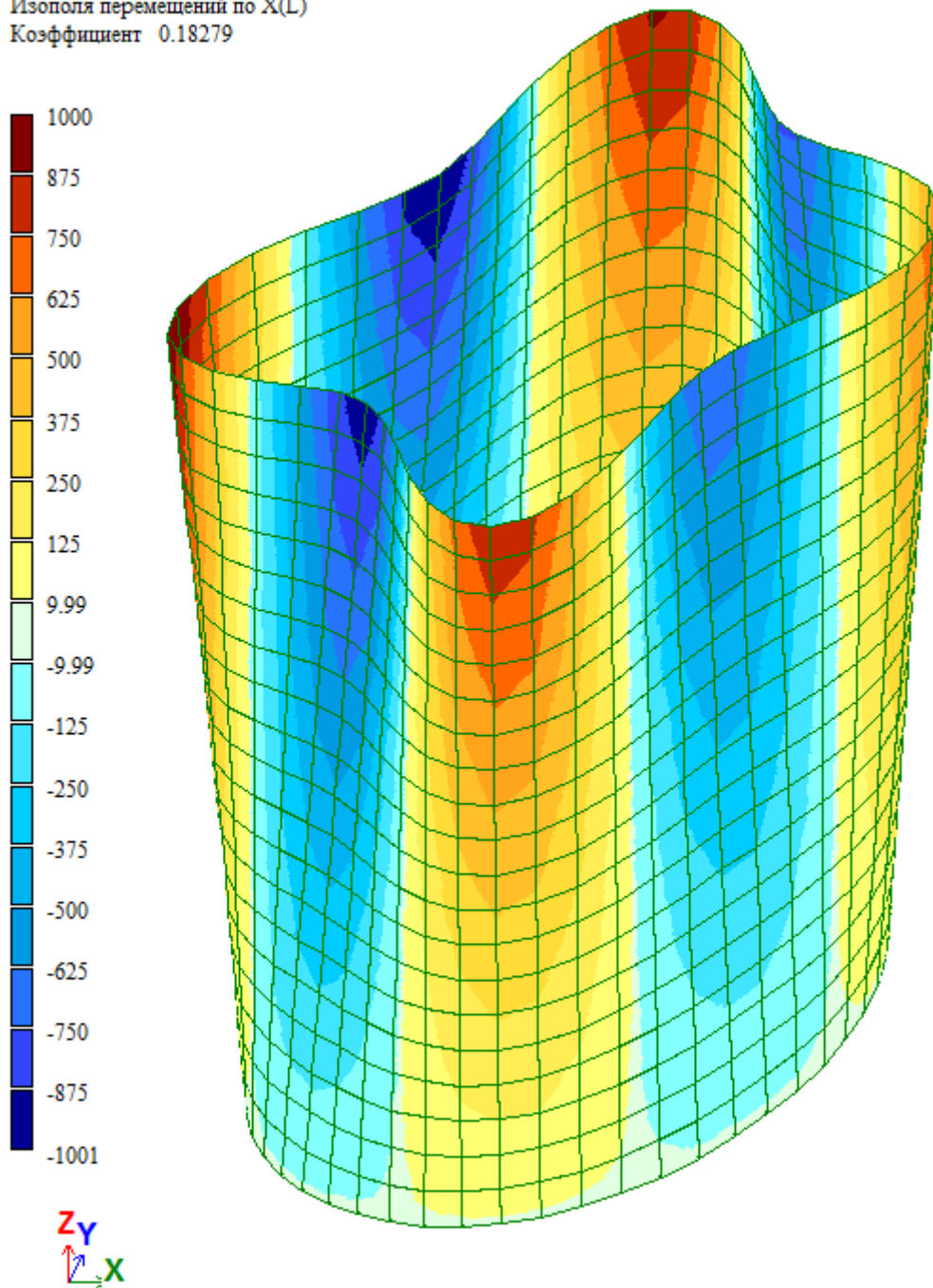




1
Изополю перемещений по X(L)
Единицы измерения - мм



2
Форма потери устойчивости в гл. с. 1
Изополюс перемещений по X(L)
Коэффициент 0.18279



Курс обучения

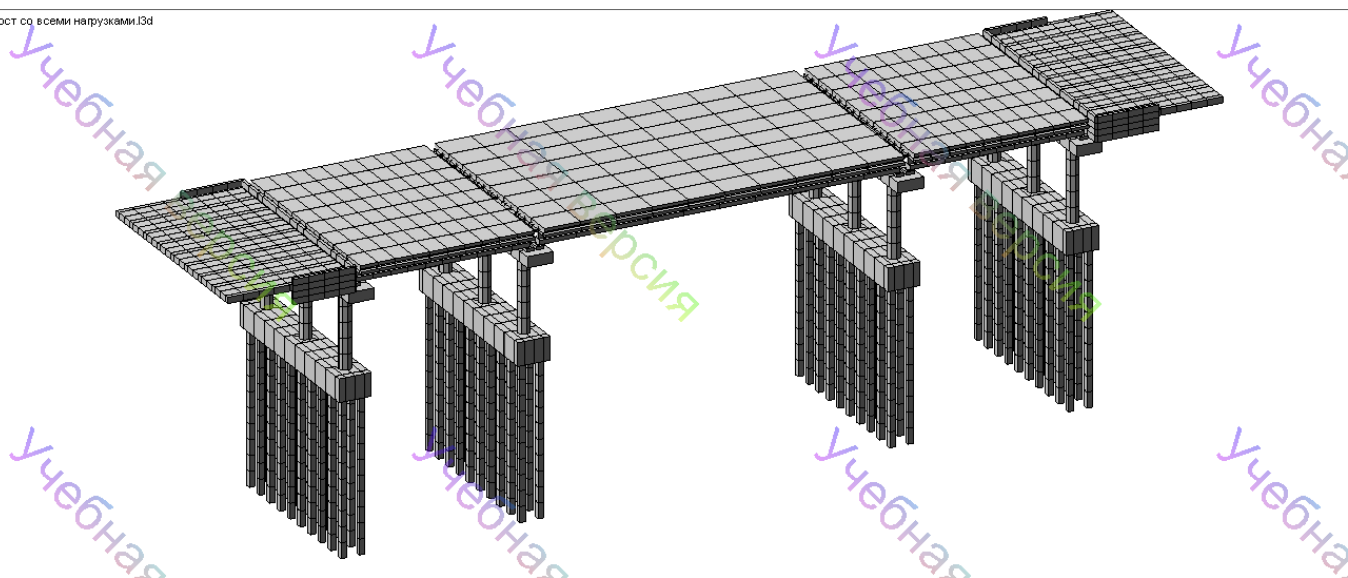
Расчет мостовых конструкций с использованием ПК ЛИРА-САПР

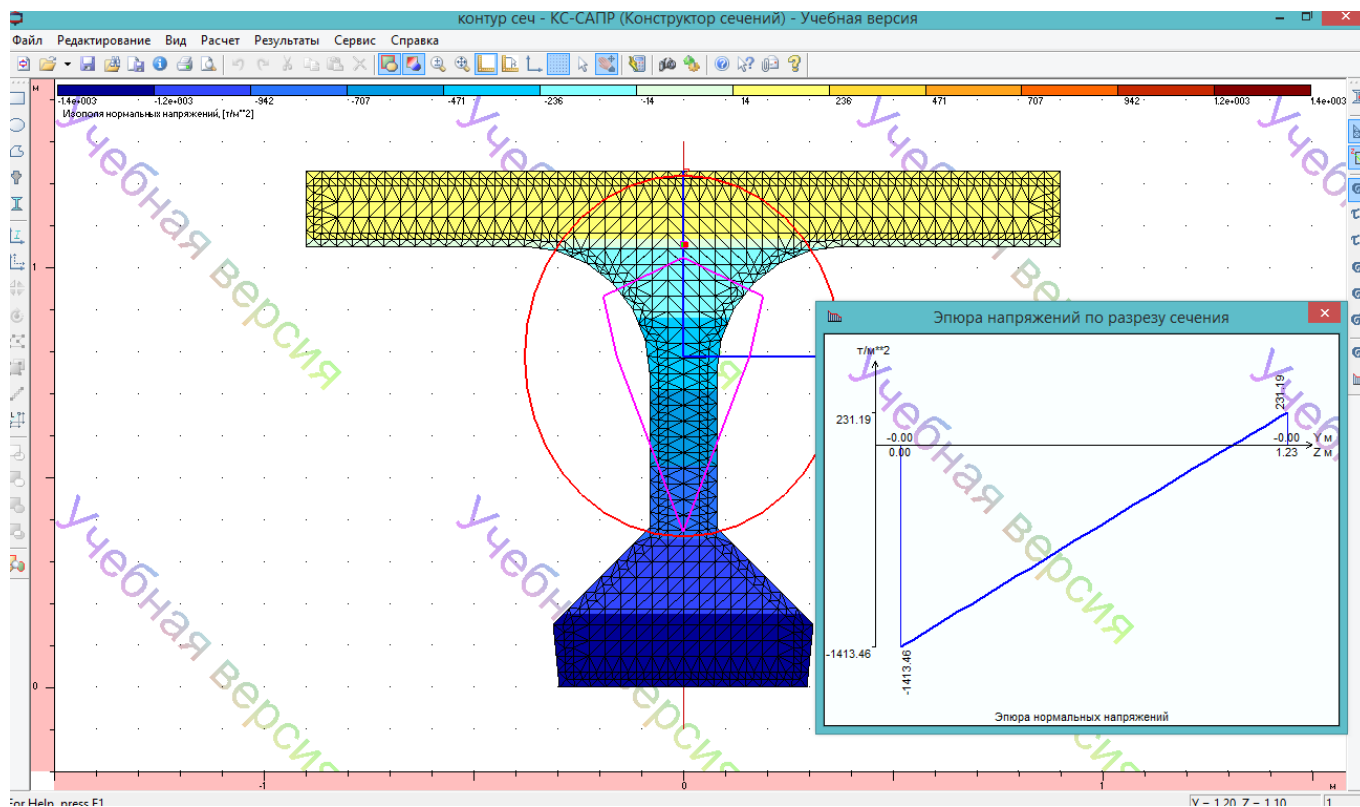
40 академических часов (5 дней)

Краткая программа курса:

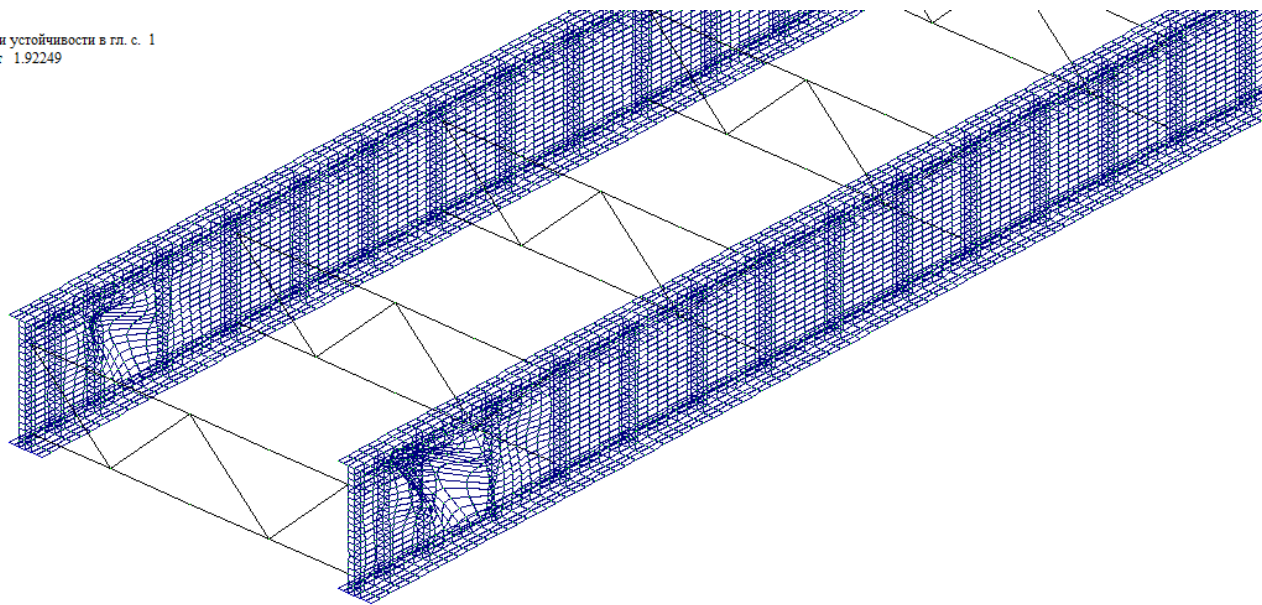
- Расчет автодорожного моста (моделирование ребристых пролетных строений, заданий временных подвижных нагрузок от пешеходов, автотранспорта (АК), одиночной колесной нагрузки (НК), построение линий и поверхностей влияния, определение усилий и РСН).
- Расчет опор. Моделирование совместной работы сваи и грунта на вертикальные и горизонтальные воздействия.
- Моделирование криволинейных пролетных строений. Способы вычисления и задания жесткостей сложных поперечных сечений (металл с ортотропной плитой, сталежелезобетон; использование модуля КС-САПР и вычисление приведенных геометрических характеристик).
- Геометрическая нелинейность (на примере вантового моста).
- Физическая нелинейность (расчет трубы в теле насыпи, расчет шпунтового ограждения котлована с учетом стадийной экскавации грунта из котлована).
- Геометрическая и физическая нелинейность (на примере учета трения канатов в направляющих устройствах или каналах).
- Моделирование процессов строительства мостов (продольная подвижка, уравновешенный монтаж, монтаж в навес с воды, монтаж с временными опорами и т.п.).
- Динамика - расчет большепролетных мостов на ветровой резонанс.
- Рекомендации по составлению расчетной схемы. Решение задач пользователей.

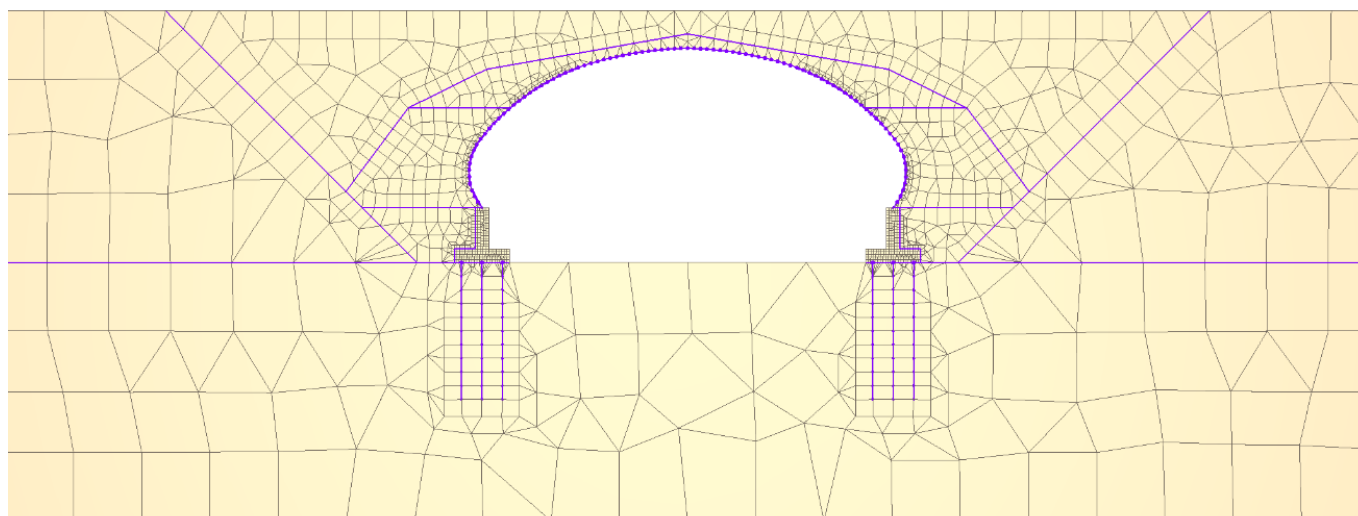
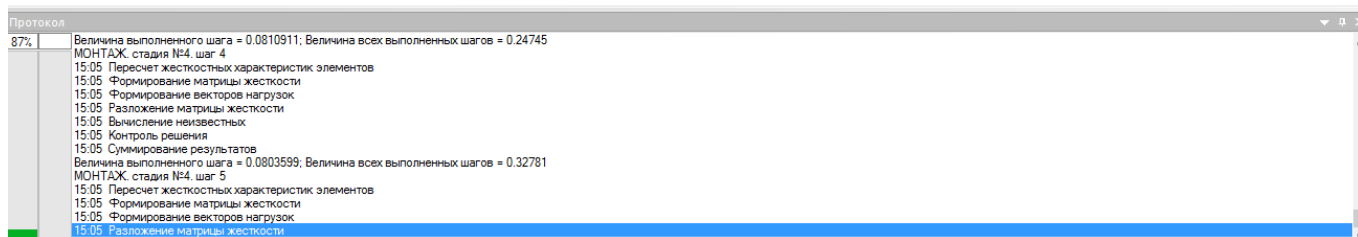
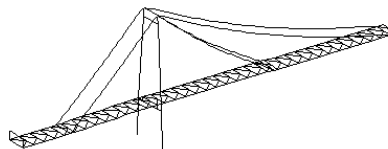
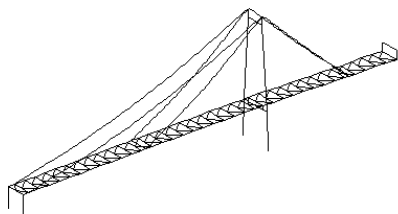
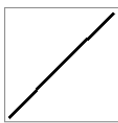
МОСТ со всеми нагрузками.Г3д

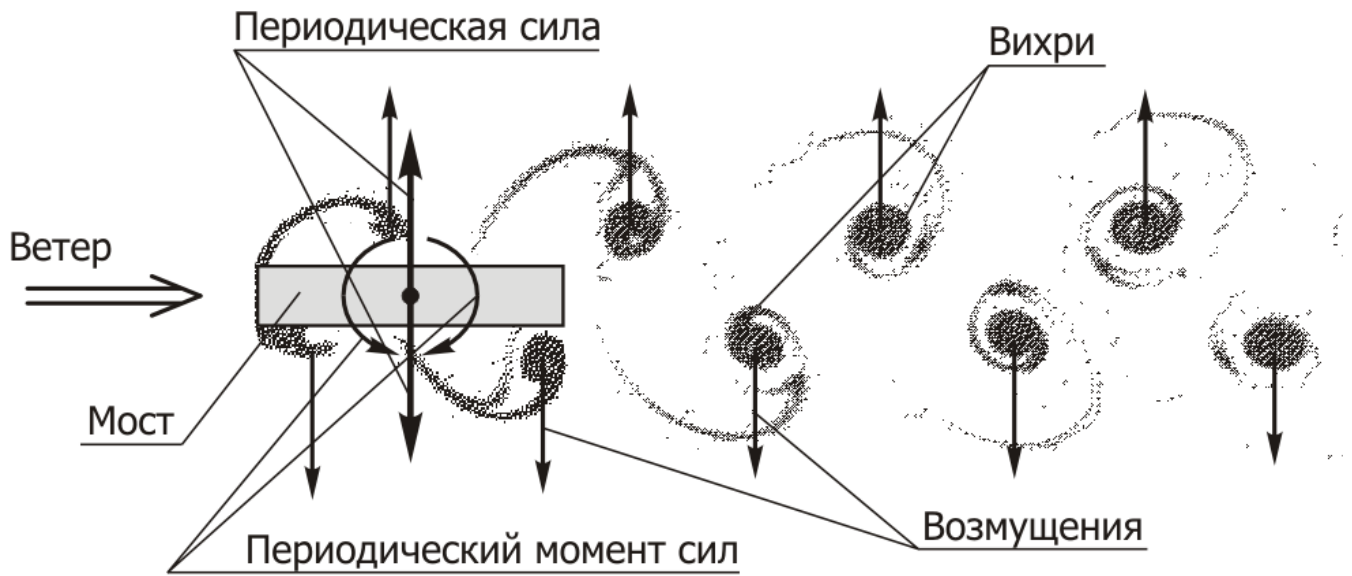




РСН1
Форма потери устойчивости в гл. с. 1
Коэффициент 1.92249







Курс обучения

Расчет конструкций на динамические воздействия в ПК ЛИРА-САПР для опытных пользователей

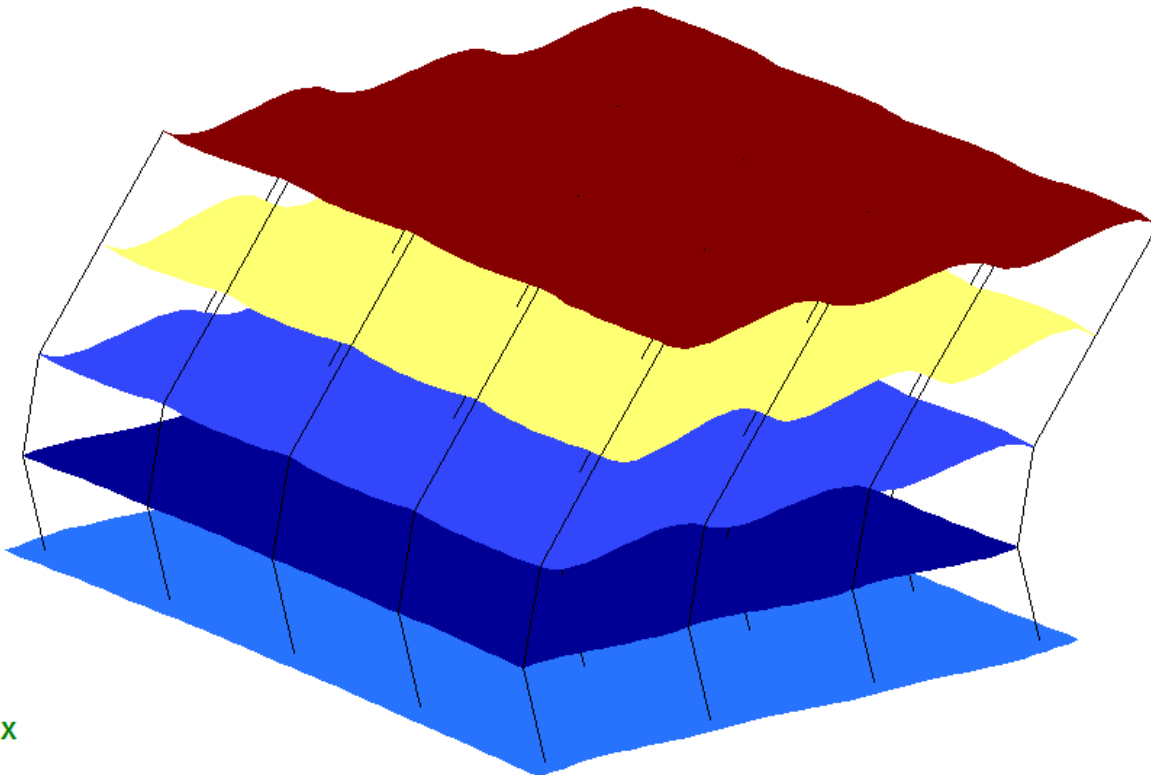
16 академических часов (2 дня)

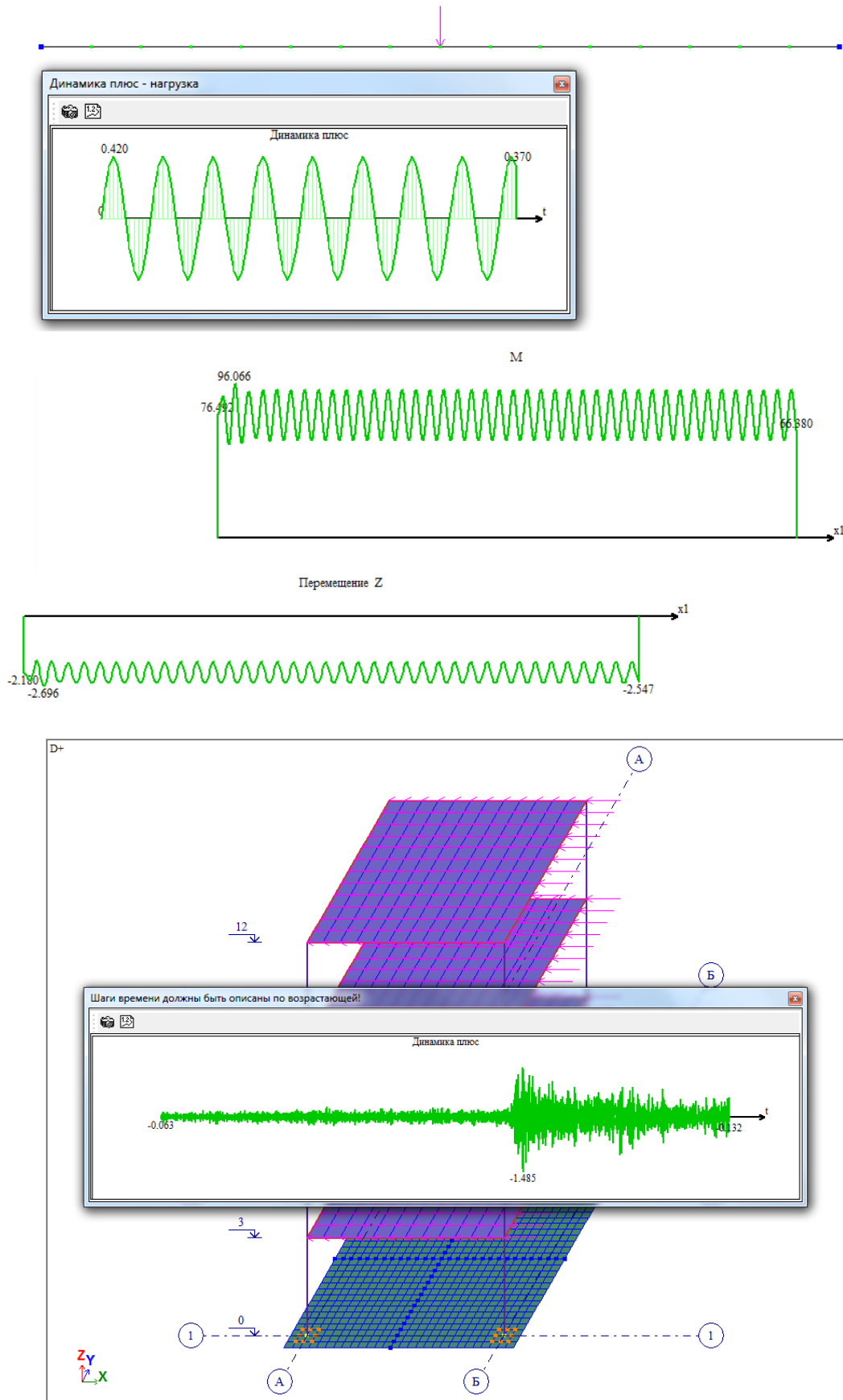
Краткая программа курса:

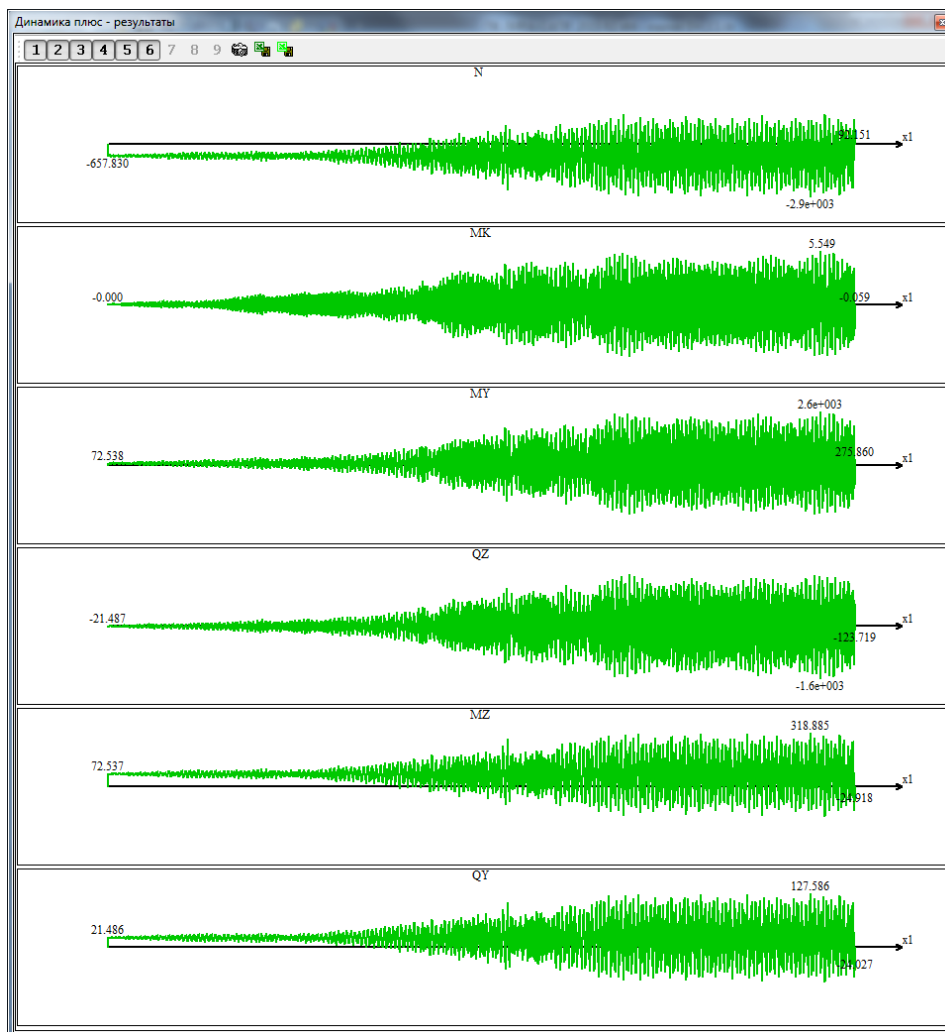
- Расчет зданий и сооружений на сейсмическое и пульсационное воздействие с использованием линейно-спектральной теории.
- Расчет зданий и сооружений на сейсмическое и пульсационное воздействие с использованием прямого интегрирование уравнений движения во времени.
- Расчет стержневой системы на ударные, импульсные и гармонические нагрузки с использованием линейно-спектральной теории.
- Расчет стержневой системы на ударные, импульсные и гармонические нагрузки с прямое интегрирование уравнений движения во времени.

-1001 -875 -750 -625 -500 -375 -250 -125 -9.19 9.19 125 250 375 500 625 750 875 919.9

сейсмикаX
Форма колебаний в гл. с. 4
Изополю перемещений по X(G)
Массы собраны из нагрузжений: 1,2,3







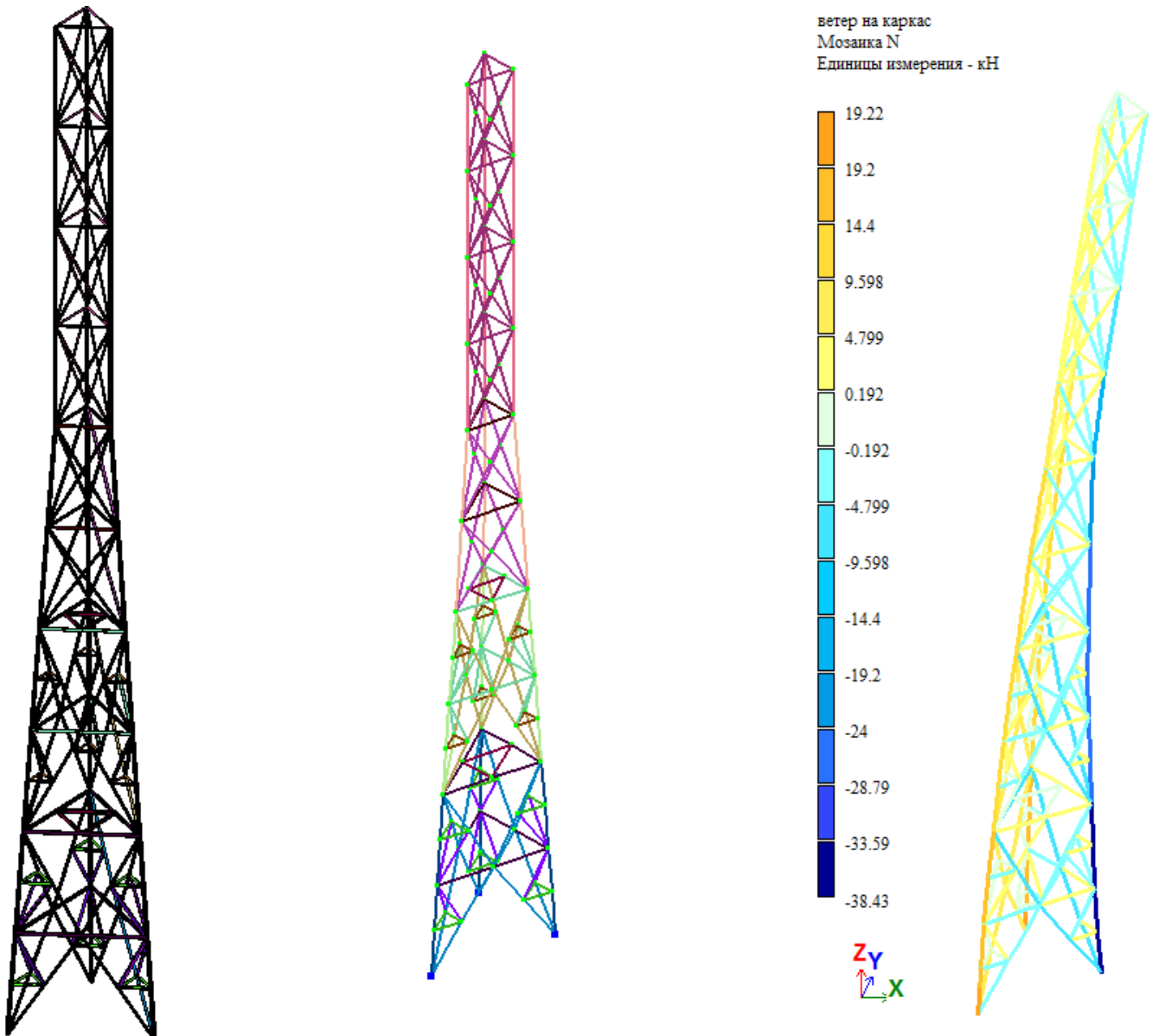
Курс обучения

Расчет мачтовых и башенных сооружений на статические и динамические воздействия в ПК ЛИРА-САПР

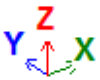
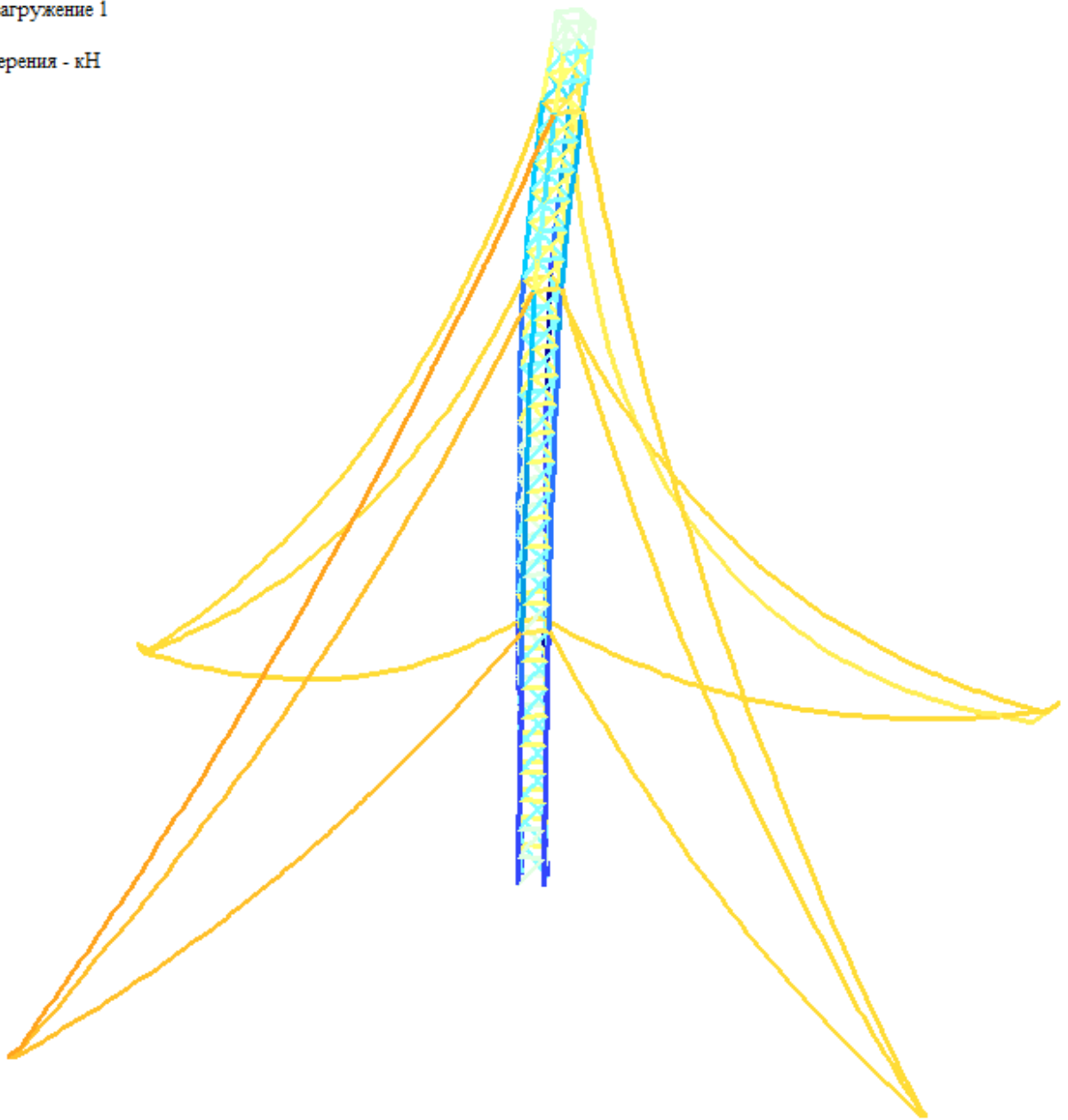
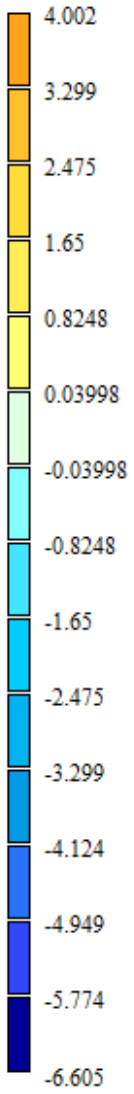
24 академических часа (3 дня)

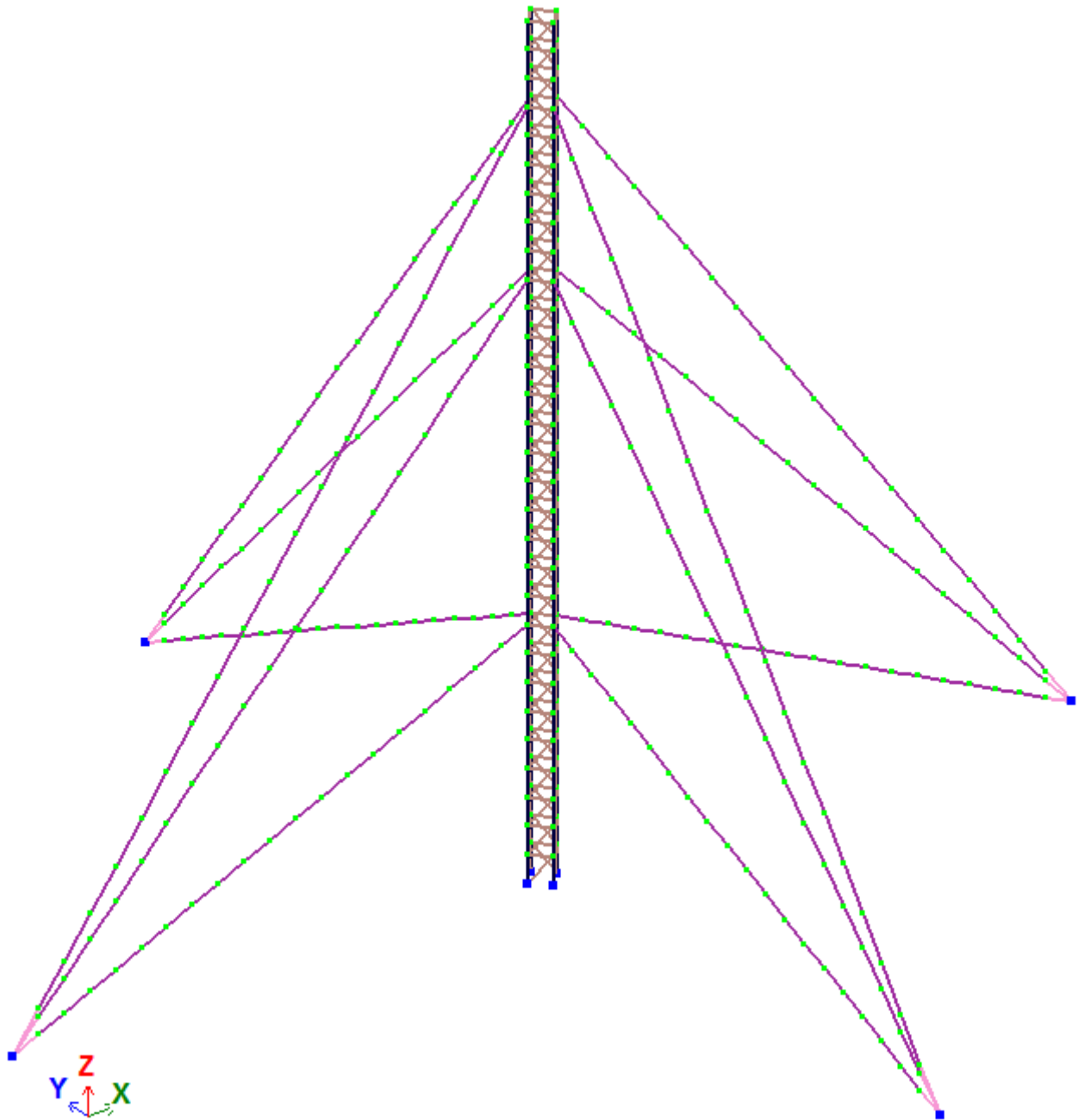
Краткая программа курса:

- Расчет металлической башни на статические и динамические (сейсмика, пульсация) воздействия.
- Расчет мачты с оттяжками в геометрически нелинейной постановке на статические воздействия.
- Расчет мачты с оттяжками в геометрически нелинейной постановке на динамические воздействия.



Нелинейное нагружение 1
Мозаика N
Единицы измерения - кН





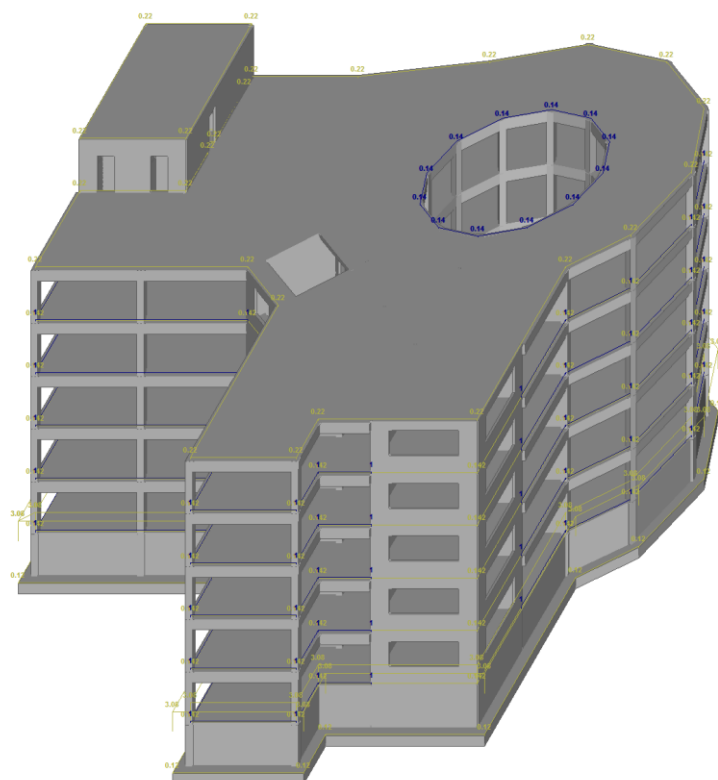
Курс обучения

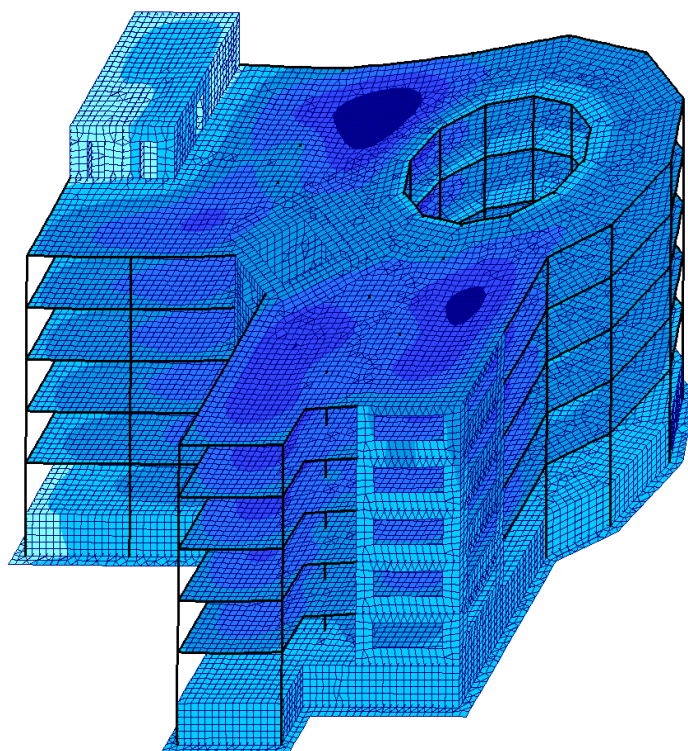
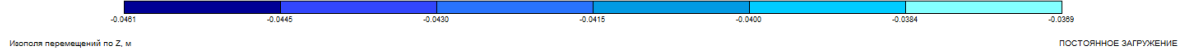
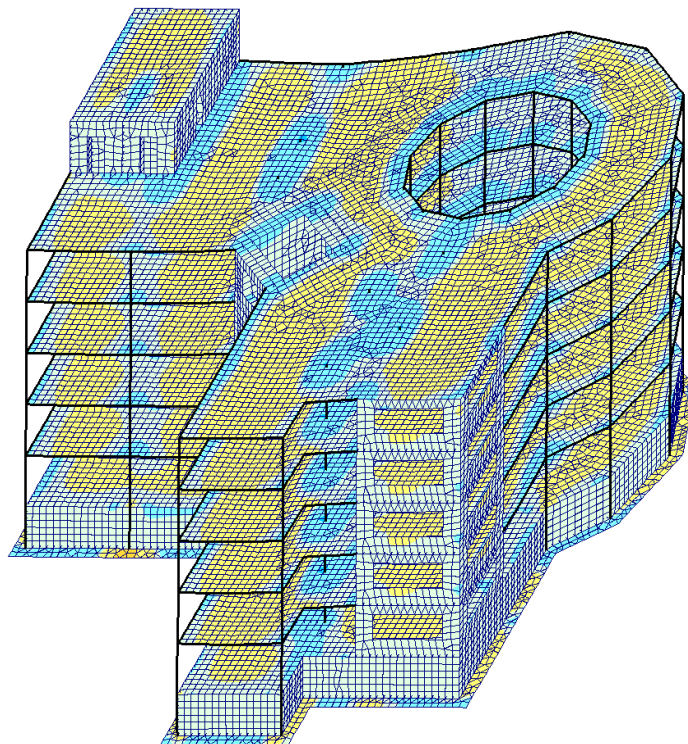
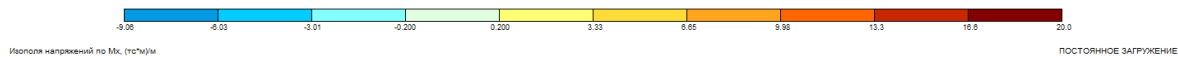
Расчет и проектирование зданий с применением ПК МОНОМАХ-САПР (монолитные и сборные железобетонные, каменные конструкции)"

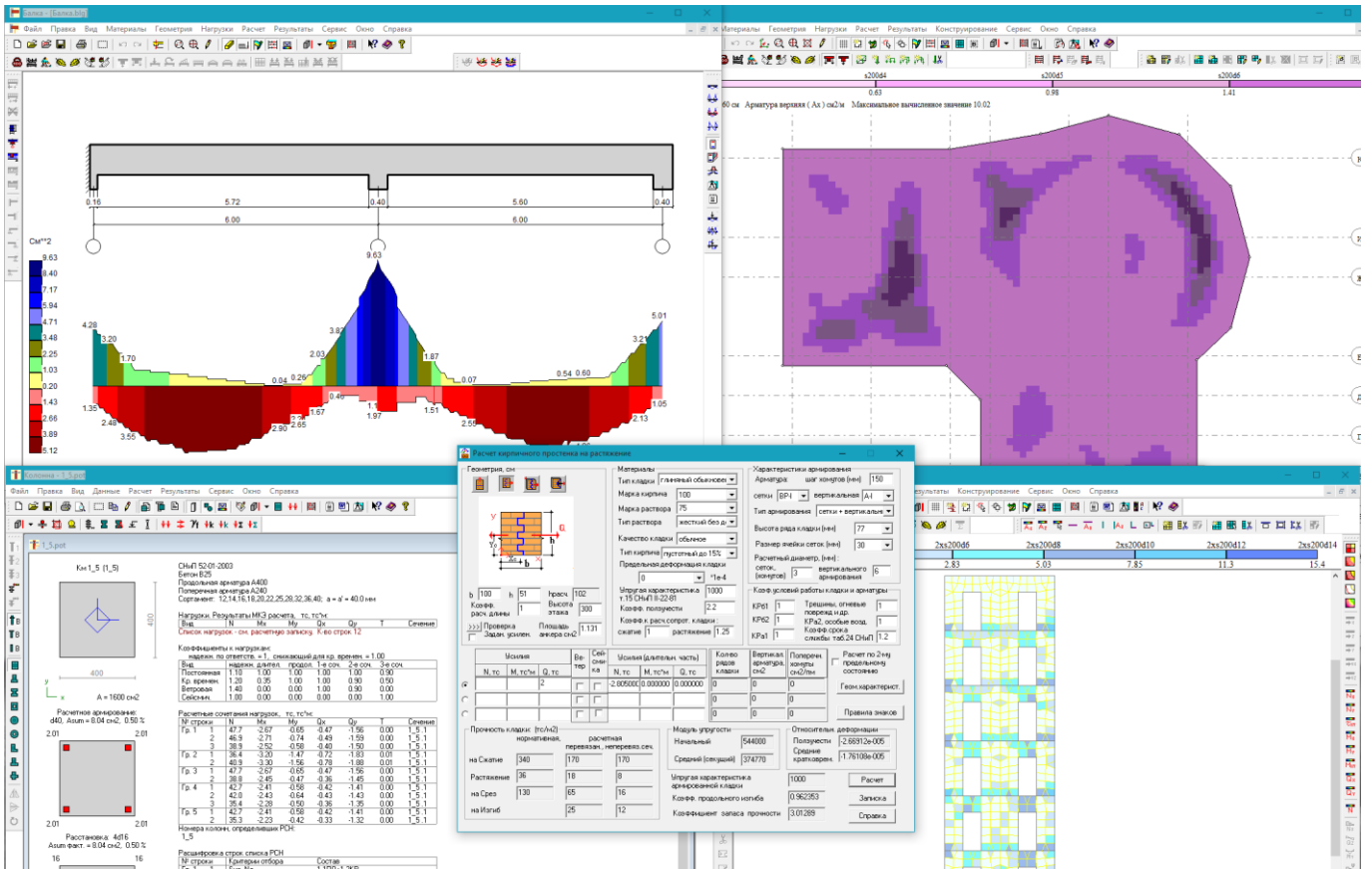
24 академических часа (3 дня)

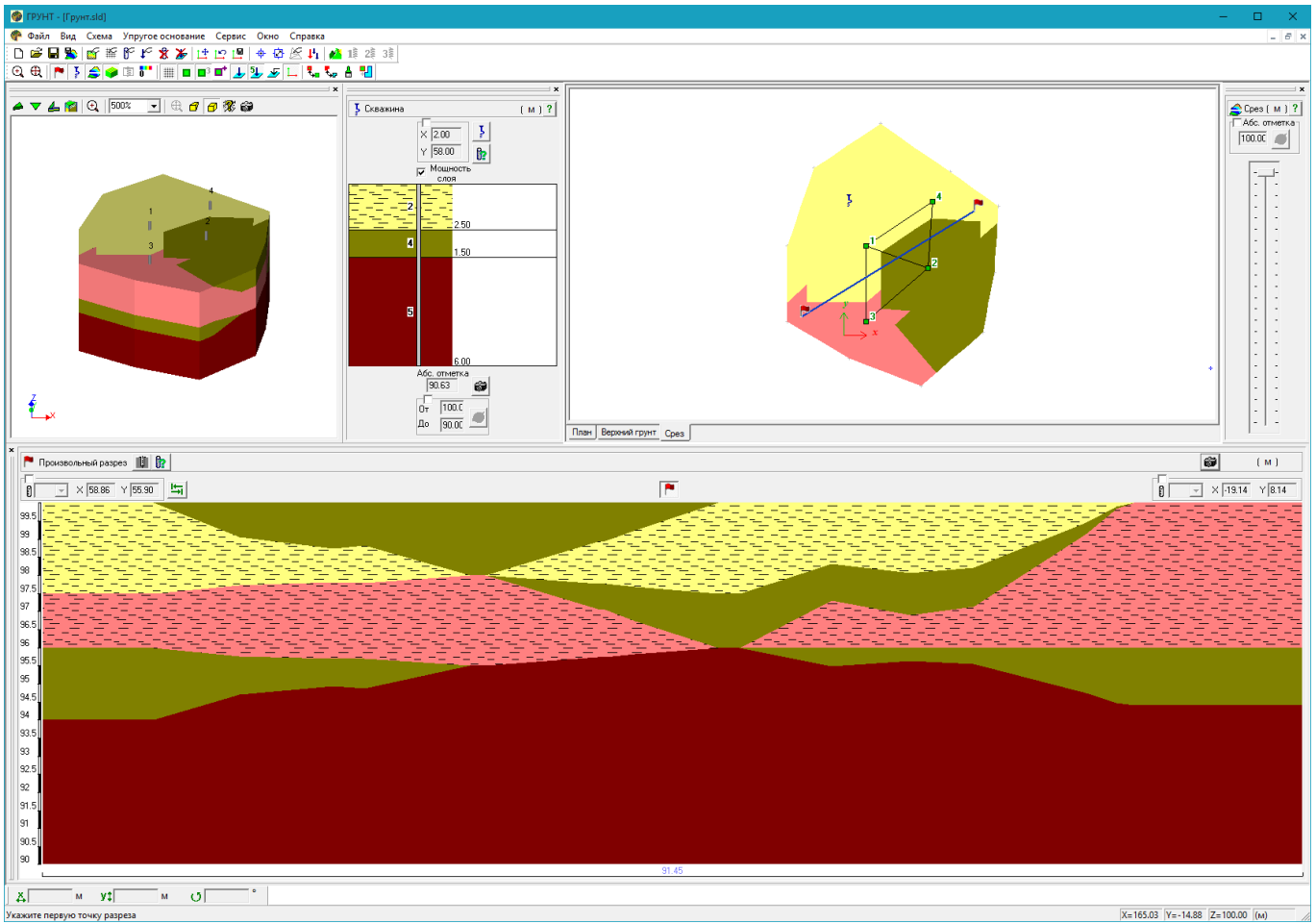
Краткая программа курса:

- Расчет монолитных конструкций здания с учетом совместной работы колонн, пилонов, диафрагм, плит перекрытий и фундаментных плит.
- Учет неравномерных осадок вертикальных элементов, обусловленных неравномерными свойствами грунта, неравномерными осадками колонн и диафрагм и другими факторами.
- Расчет перекрытий с учетом сложной конфигурации, нерегулярным расположением опор, нерегулярными отверстиями и т.д. Моделирование капителей, ребристых плит перекрытия. Расчет прогибов с использованием функции "инженерная" нелинейность.
- Расчет фундаментных плит с учетом совместной работы с надземными конструкциями и неравномерными свойствами основания.
- Расчет конструкций с учетом стадийности возведения.
- Влияние несимметричных форм колонн (уголковых, крестовых, тавровых) на работу общей схемы здания и принципы подбора арматуры в таких колоннах.
- Принципы конструирования плит перекрытий, колонн, диафрагм, фундаментных плит в ПК МОНОМАХ-САПР.
- Технология автоматизированного проектирования конструкций высотных зданий на основе программы ЛИРА-САПР и программы МОНОМАХ-САПР.









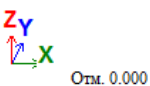
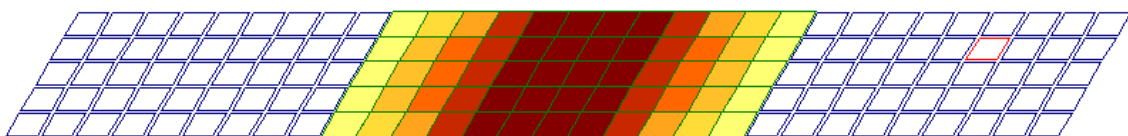
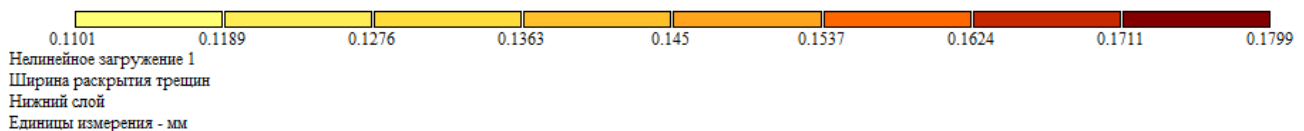
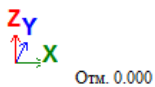
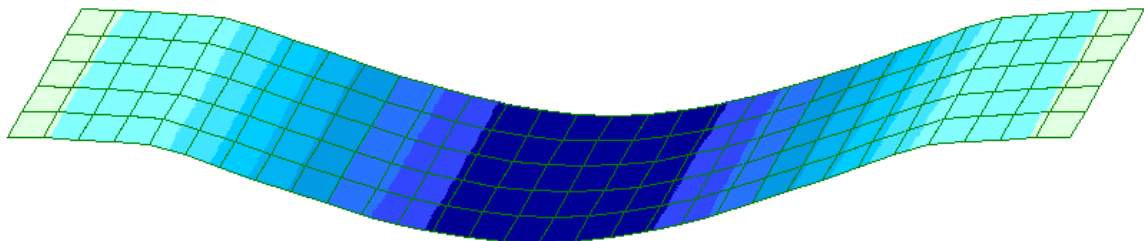
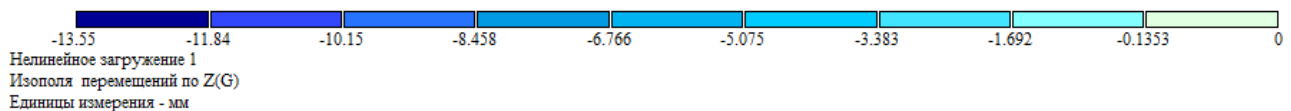
Курс обучения

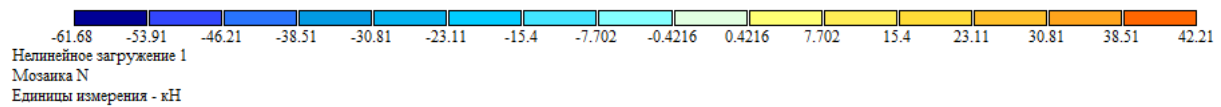
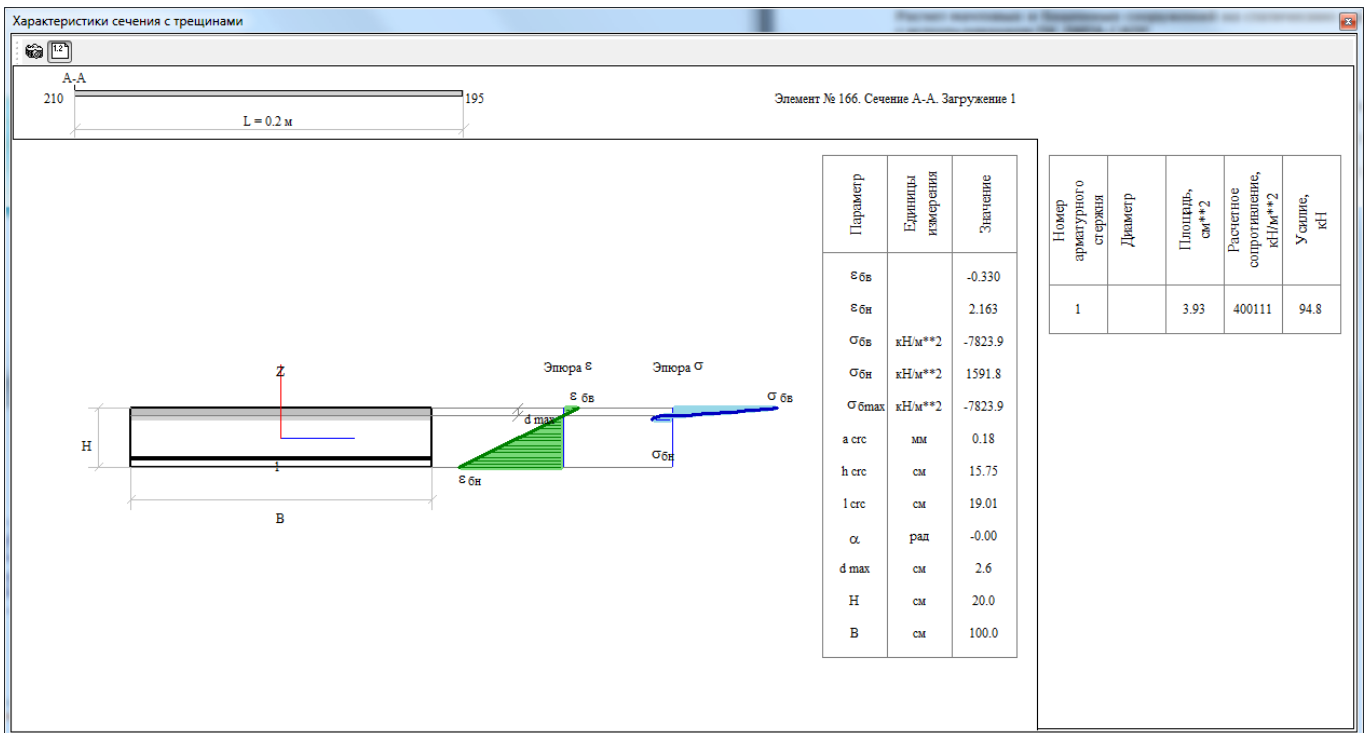
Расчет конструкций в нелинейной постановке в ПК ЛИРА-САПР для опытных пользователей

16 академических часов (2 дня)

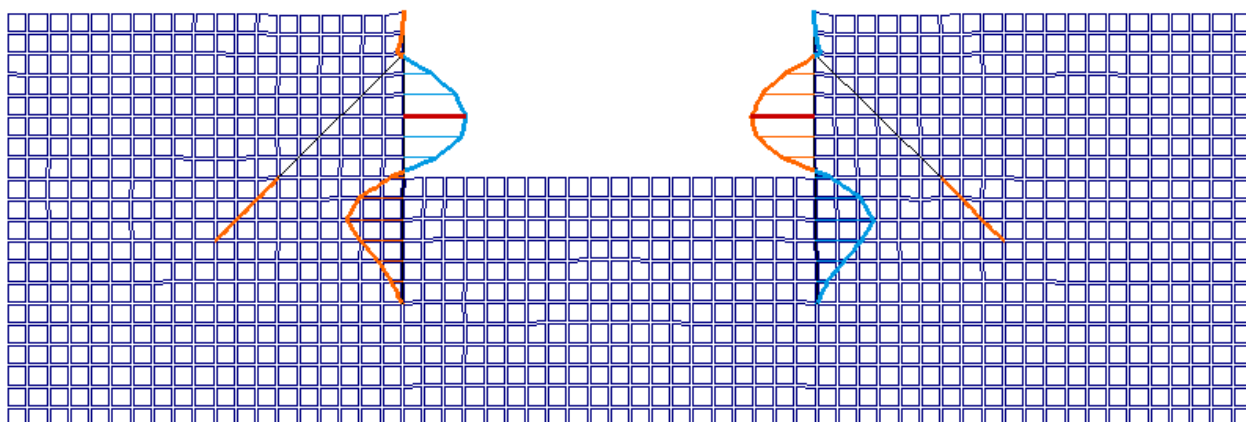
Краткая программа курса:

- Виды нелинейных задач.
- Расчет прогибов железобетонной плиты перекрытия с учетом физической нелинейности. Расчет прогибов плиты перекрытия с учетом инженерной нелинейности.
- Расчет мачты с оттяжками с учетом геометрической нелинейности.
- Расчет конструкций с одновременным учетом физической и геометрической нелинейности.
- Решение задач с учетом стадийности возведения и эксплуатации конструкций. Расчет железобетонной рамы с учетом поэтапного монтажа /демонтажа элементов (в т.ч. с учетом динамических нагрузок, расчет на устойчивость на каждой монтажной стадии).
- Расчет шпунтового ограждения котлована с учетом стадийной экскавации грунта из котлована.

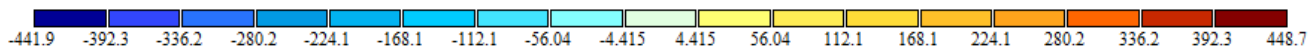




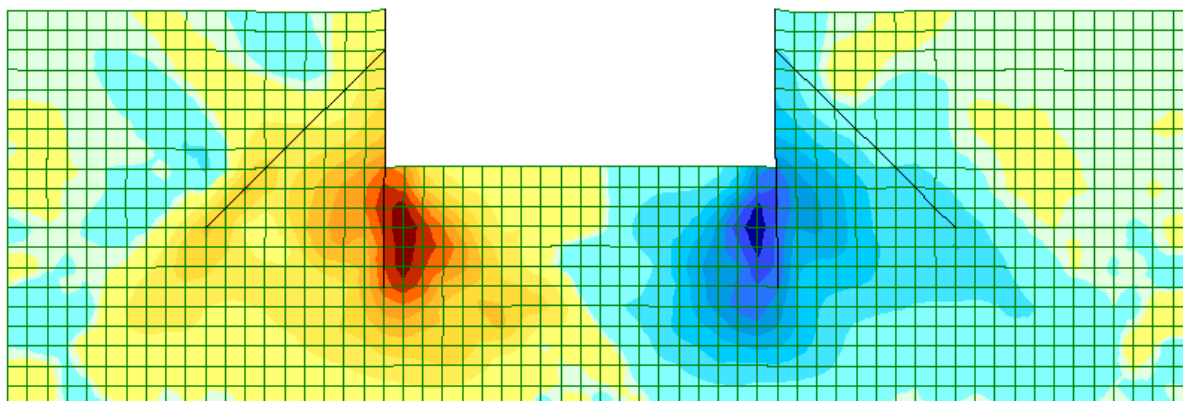
Загрузка 5
Эпюра М_y
Единицы измерения - кН*м



Минимальное усилие -918.85; Максимальное усилие 926.554



Загрузка 5
Изополя напряжений по T_{xz}
Единицы измерения - кН/м**2



Курс обучения

Расчет панельных зданий в ПК ЛИРА-САПР

40 академических часов (5 дней)

Краткая программа курса:

- Введение: существующие методы моделирования и литература по теме.
- Вычисление жесткостных и прочностных характеристик соединений:
 - вертикальная податливость платформенного стыка;
 - проверка прочности платформенного стыка;
 - сдвиговая податливость платформенного стыка;
 - жесткость стен (панелей) для моделирования методом эквивалентных столбов;
 - вертикальная и сдвиговая жесткости платформенного стыка для КЭ-55;
 - вертикальная и сдвиговая жесткости платформенного стыка для ортотропной балки-стенки;
 - податливость соединения по закладным и жесткость для КЭ-55.
- Сравнение трех способов моделирования на примере плоской стены.
- Сборка схемы панельного здания в препроцессоре Сапфир.
- Нагружение схемы и учет монтажа в препроцессоре Сапфир.
- Импорт схемы из Сапфира и доработка модели в Визоре.
- Итерации для уточнения жесткости платформенного стыка с учетом действующих напряжений в стыке.
- Анализ результатов расчета.
- Пример создания модели и расчета здания из объемных блоков (обзорно).
- Ответы на вопросы.

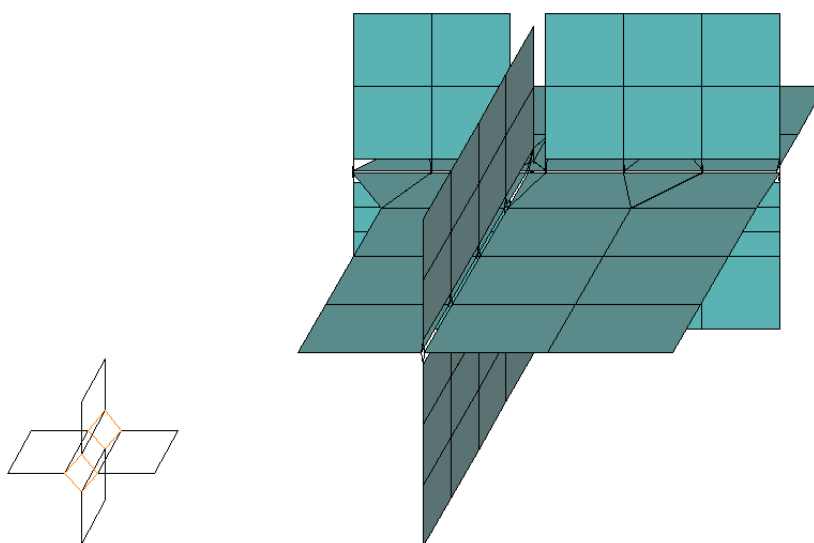


Рисунок 1. Классическая модель платформенного стыка из КЭ-55 (связь конечной жесткости)

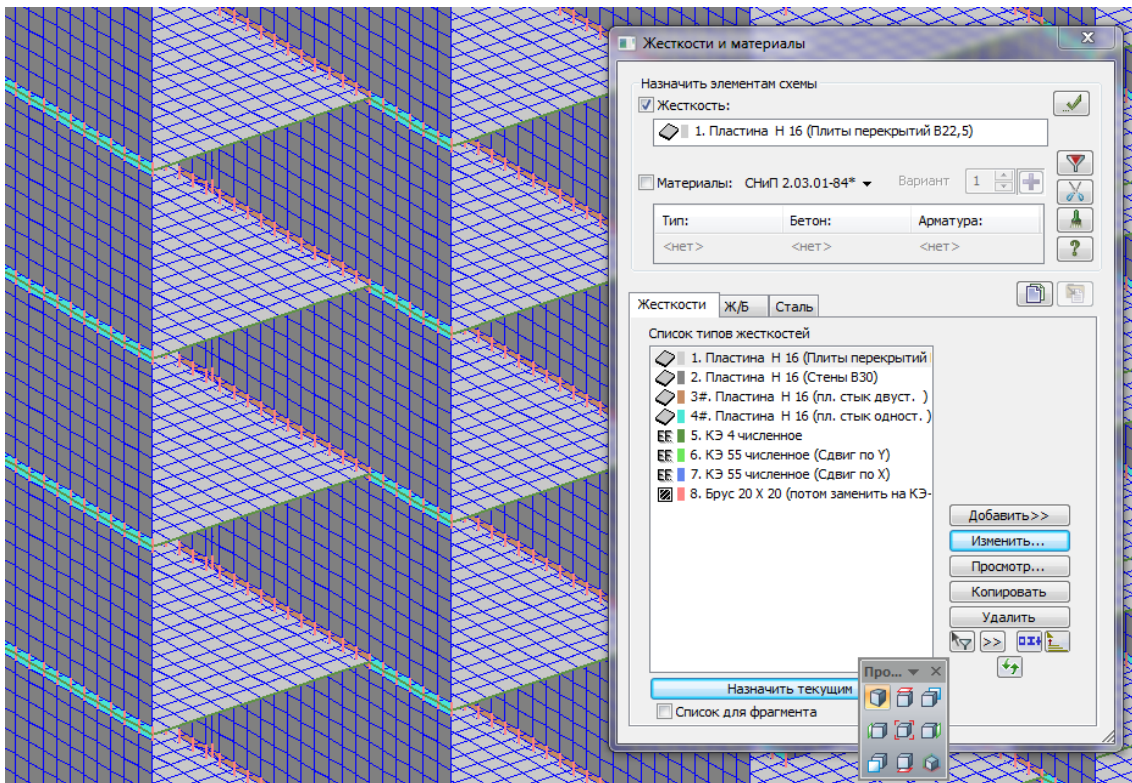
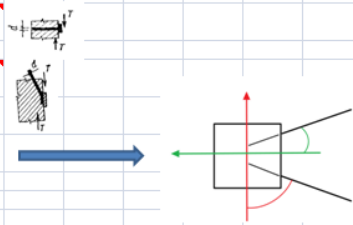


Рисунок 2. Модель платформенного стыка из КЭ-55 и ортотропных пластин.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Исходные данные:			Расчет				
2									
3		Тип стыка		Односторонний	Площадь платформенных участков стыка A_{pl} , м ²				0.1
4		Влажность воздуха		40-75	Площадь платформенных участков стыка A_{pl}' , м ²				0.08
5		Толщина панели, мм		100	Площадь горизонтального сечения стены А, м ²				0.1
6		Толщина плиты h_{pl} , мм		80	Отношение A/A_{pl}				1.000
7		Толщина шва над плитой $t_{тн}$, мм		20	Отношение A/A_{pl}'				1.250
8		Толщина шва под плитой $t_{тп}$, мм		0	А _{pl'} - площадь с учетом зазора				
9		Ширина шва над плитой $t_{тн}$, мм		100					
10		Ширина шва под плитой $t_{тп}$, мм		100					
11		Зазор в горизонтальном шве, мм		20					
12		Зазор в двухстороннем стыке, мм		20					
13		Класс бетона плиты		B20	$\sigma_m \leq 1,15R^{2/3}_m$		$\sigma_m \geq 1,15R^{2/3}_m$		
14		Класс бетона панели		B20					
15		Класс бетона/раствора над плитой (для G)		B15	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0041	над плитой		$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0136
16		Кубиковая прочность над плитой R_m , МПа		20	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0081			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0271
17		Класс бетона/раствора под плитой (для G)		B15	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0026			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0026
18		Кубиковая прочность под плитой R_m , МПа		20	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.011282			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.011282
19		Характеристика ползучести раствора ϕt		1					
20					под плитой				
21		Характеристики:			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0000
22		Плита:			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0000
23		E, МПа		27500	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0000			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0000
24		$\phi b, \text{сг}$		2.8	$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$	0			$\lambda m, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0
25		E _t , МПа		7237					
26		R _b , МПа		11.5					
27		R _{bt} , МПа		0.9	$h_{pl}/E_{pl}, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.0029			$h_{pl}/E_{pl}, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.0111
28		Панель							
29		E, МПа		27500					
30		$\phi b, \text{сг}$		2.8					
31		E _t , МПа		7237					
32		R _b , МПа		11.5					
33		R _{bt} , МПа		0.9					
34		Раствор над плитой							
35		Модуль сдвига G _m , МПа		7800	$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.00698			$\lambda c, pl, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.01648
36		$\phi b, \text{сг}$		3.4	$\lambda c, pl, t, \text{мм}^3/\text{Н}$	0.01920			$\lambda c, pl, t, \text{мм}^3/\text{Н}$ 0.03820
37		Модуль сдвига G _m , МПа		1773					
38		Раствор под плитой							
39		Модуль сдвига G _m , МПа		7800					
40		$\phi b, \text{сг}$		3.4					
41		Модуль сдвига G _m , МПа		1773					
42									

Рисунок 3. Вычисление жесткости платформенного стыка.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Исходные данные:												
2	Класс бетона плиты/стены	В20											
3	Влажность воздуха	Выше 75											
4	Ширина накладки b_n , мм	70											
5	Длина накладки в свету между сварными швами l_n , мм	50											
6	Толщина накладки t_n , мм	6											
7	Диаметр арматурных стержней перпендикулярных направлению сдвига d_{\perp} , мм	10											
8	Кол-во стержней в закладной детали перпендикулярных	2											
9	Диаметр арматурных стержней направленных вдоль сдвига d_{\parallel} , мм	10											
10	Кол-во стержней направленных вдоль сдвига n , штук	2											
11	Угол между осью стержня и направлением сдвига в плане, град	30											
12													
13	Характеристики:												
14	Начальный модуль упругости E_0 , МПа	27500											
15	Коэффициент ползучести $\varphi_b, cг$	2											
16	Длительный модуль упругости E_0, t , МПа	9167											
17	Модуль упругости материала накладки E , МПа	2.00E+05											
18	Модуль сдвига материала накладки G , МПа	7.69E+04											
19	Площадь поперечного сечения накладки A_n , мм ²	420											
20													
21	Расчет:												
22	Податливость стержня I сдвигу при кратковременном нагружении λ , мм/Н	2.18E-05											
23	Податливость стержня I при длительном нагружении λ_t , мм/Н	6.55E-05											
24	Податливость стержня II сдвигу при кратковременном нагружении λ , мм/Н	6.30E-06											
25	Податливость стержня II при длительном нагружении λ_t , мм/Н	1.89E-05											
26			1/ λ										
27	Податливость закладной детали при кратковременном нагружении $\lambda_{сд}$, мм/Н	2.44E-06	41728	тс/м									
28	Податливость закладной детали при длительном нагружении $\lambda_{сд}$, мм/Н	7.33E-06	13909	тс/м									
29													
30	Податливость пластины $\lambda_{пл}$, мм/Н	5.95E-07	171313	тс/м									
31													
32	Податливость соединения $\lambda_{соед}$ при кратковременном нагружении, мм/Н	5.48E-06											
33	Податливость соединения $\lambda_{соед,t}$ при длительном нагружении, мм/Н	1.53E-05											
34													
35	Жесткость соединения при кратковременном нагружении $R=1/\lambda_{соед}$, Н/мм	182391	18599	тс/м									
36	Жесткость соединения при длительном нагружении $R_t=1/\lambda_{соед,t}$, Н/мм	65541	6683	тс/м									
37													



Податливость пластины при усилки вдоль определим из закона Гука для растяжения в общем виде $\Delta l = Nl / EA$ или $\lambda_{прод} = \Delta l / N = l / EA$

Коэффициенты податливости λ соединения, состоящего из системы сосредоточенных связей, определяют по формулам: в случае последовательного расположения связей

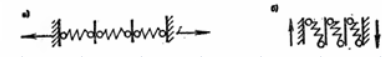
$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (1)$$


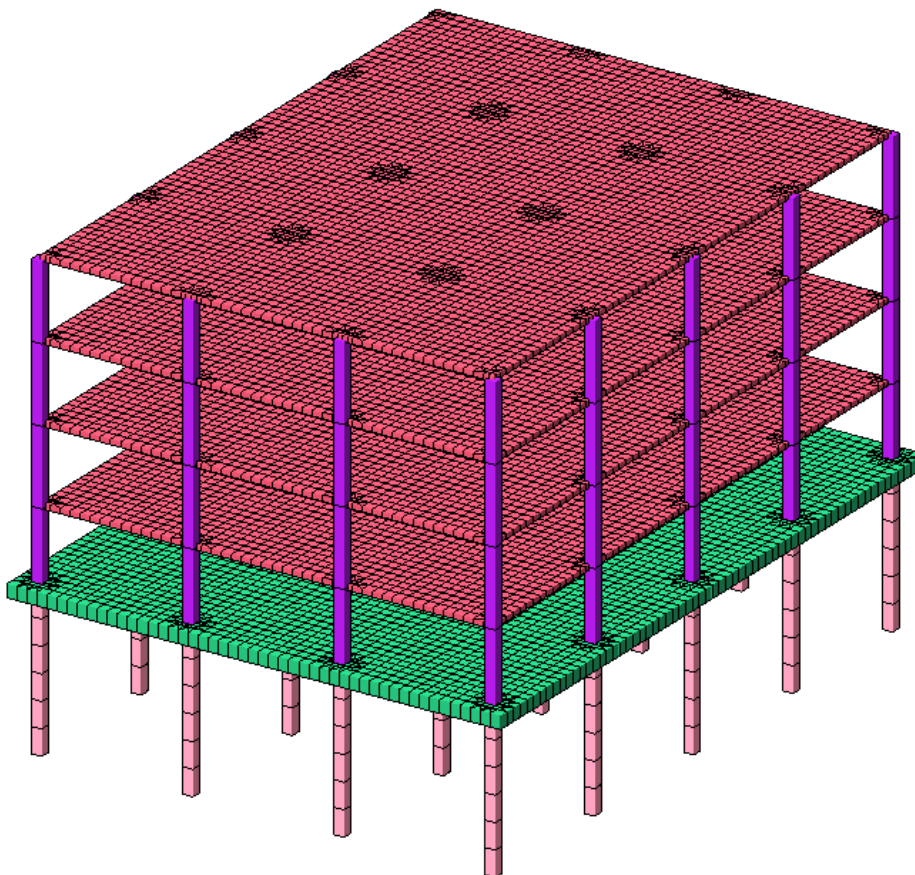
Рисунок 4. Вычисление жесткости связи по закладным вдоль пластины.

Курс обучения **Расчет железобетонных конструкций в ПК ЛИРА-САПР
для начинающих пользователей**

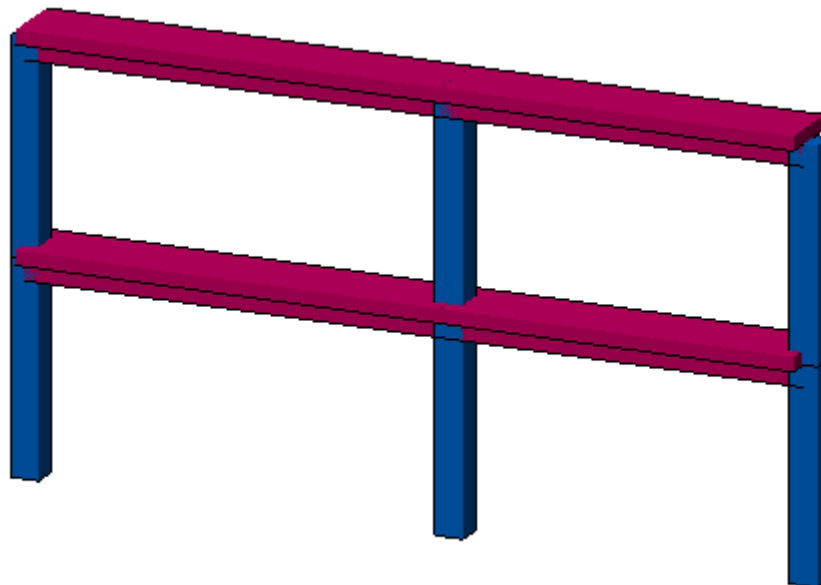
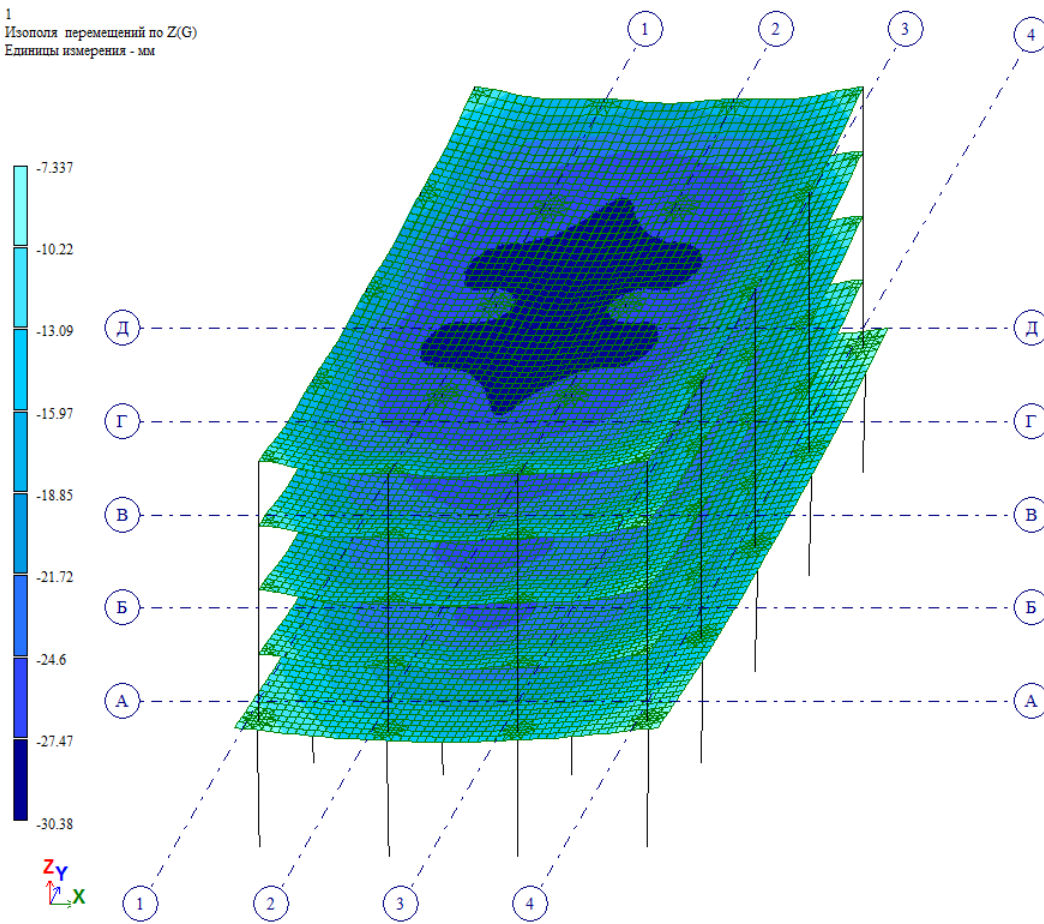
24 академических часа (3 дня)

Краткая программа курса:

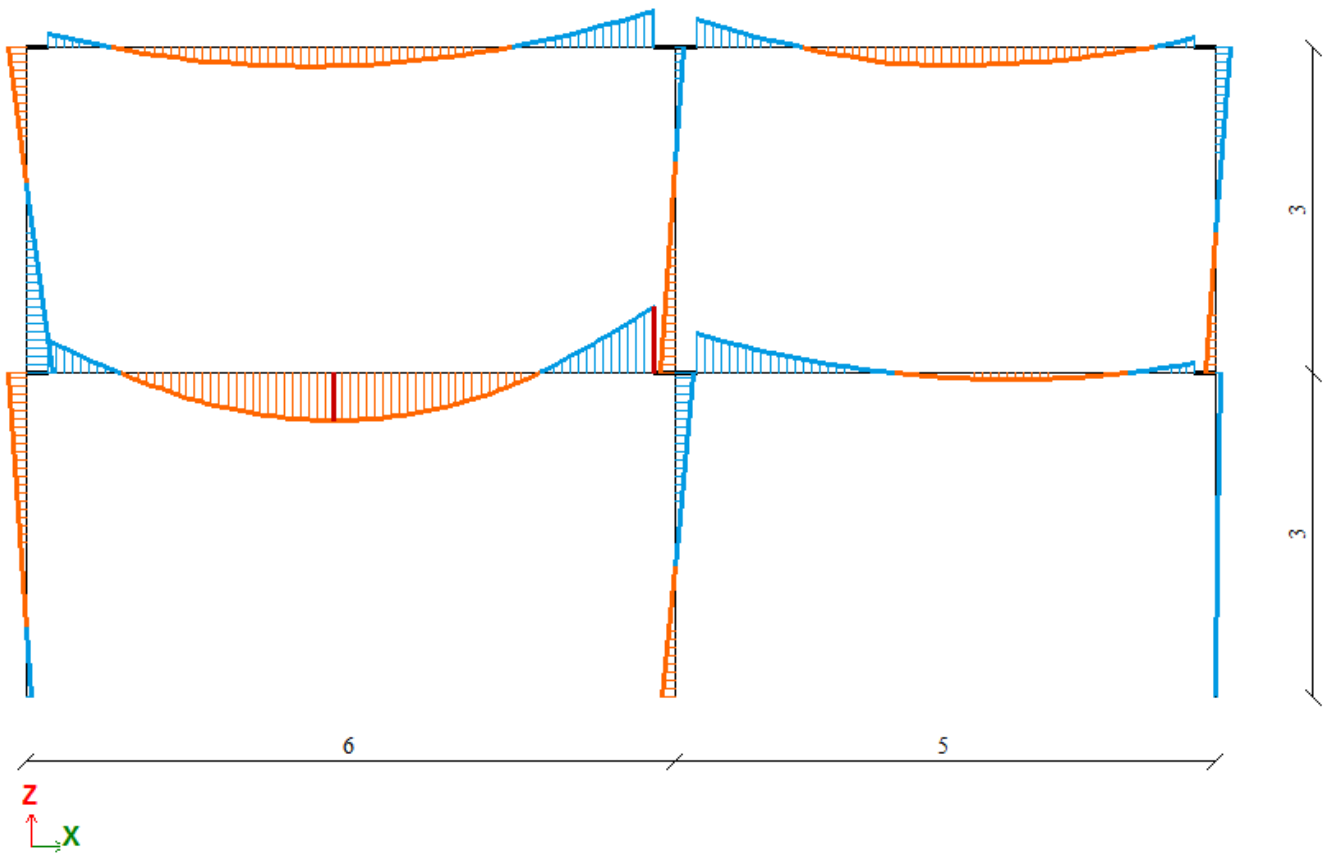
- Расчет плоской рамы на статические нагрузки. Применение стержневых КЭ. Использование сечений, переменных по длине стержневого КЭ. Принцип использования вариантов конструирования (расчет конструкций одновременно по различным нормативным документам).
- Расчет подпорной стенки на свайном фундаменте.
- Применение пластинчатых КЭ (балка-стенка, плита, оболочка). Расчет пространственного каркаса на упругом основании на статические и динамические воздействия.
- Конструирующая система АРМ-САПР (подбор арматуры и проверка заданного армирования в стержневых и пластинчатых элементах).
- Использование вспомогательных систем РСУ, РСН, ФРАГМЕНТ, ДОКУМЕНТАТОР.



1
Изополю перемещений по Z(G)
Единицы измерения - мм



Эпюра М_y
Единицы измерения - кН*м



Минимальное усилие -226.015; Максимальное усилие 165.034

Курс обучения

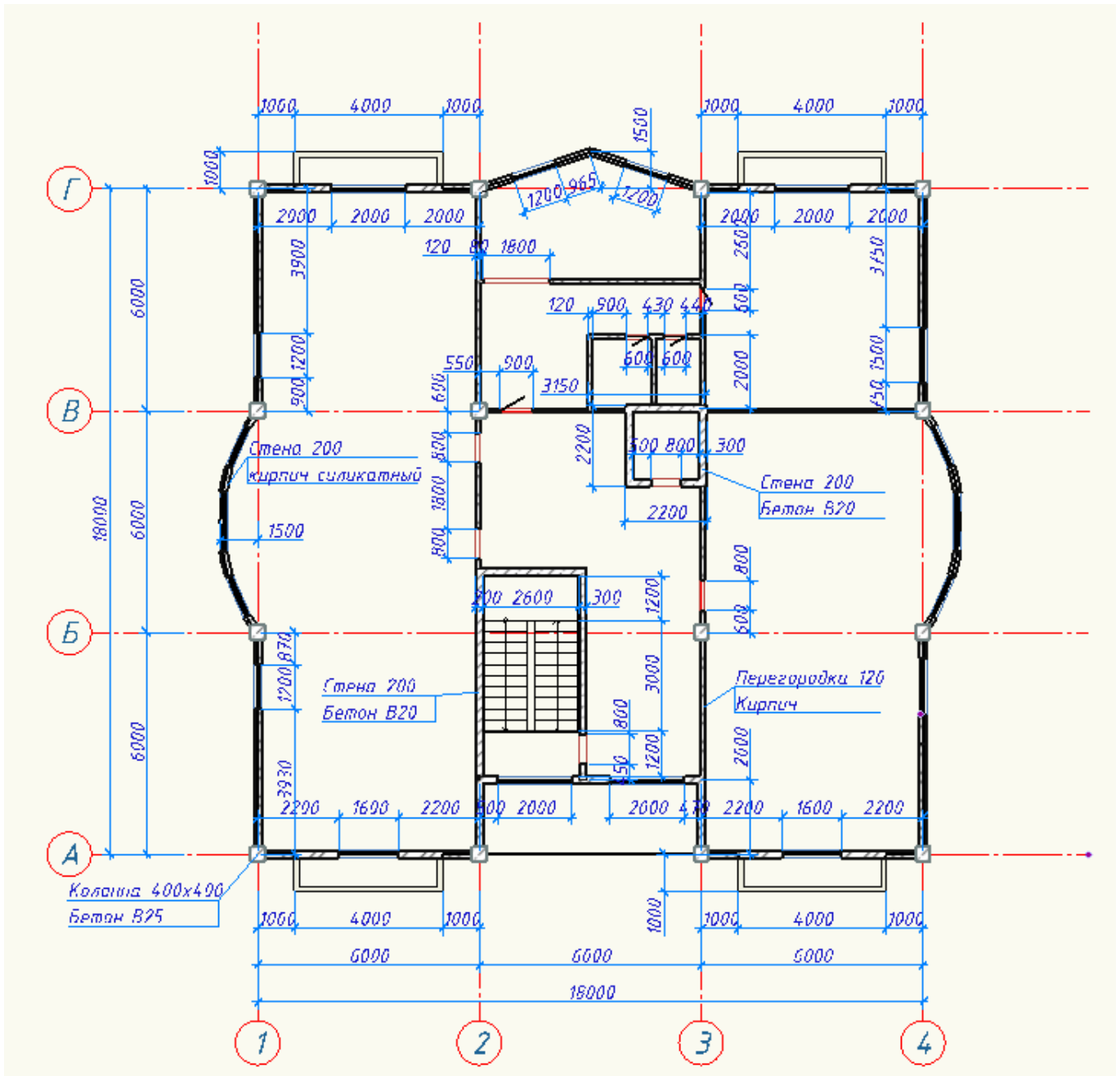
Проектирование зданий и сооружений с использованием программы САПФИР

16 академических часов (2 дня)

Краткая программа курса:

- Построение объектов с использованием элементов архитектурной модели.
- Получение планов, разрезов, фасадов.
- Построение элементов конструкций на основе свободных форм (произвольные поверхности, тела вращения, гиппары и т.п.)
- Выделение аналитической (расчетной) модели здания.
- Редактирование аналитической модели. Работа с постаналитикой.
- Работа с полуавтоматическим триангулятором, настройки триангуляции, генерация произвольных сеток.
- Задание нагрузок. Экспорт моделей в ПК ЛИРА-САПР. Импорт моделей в САПФИР из различных форматов.





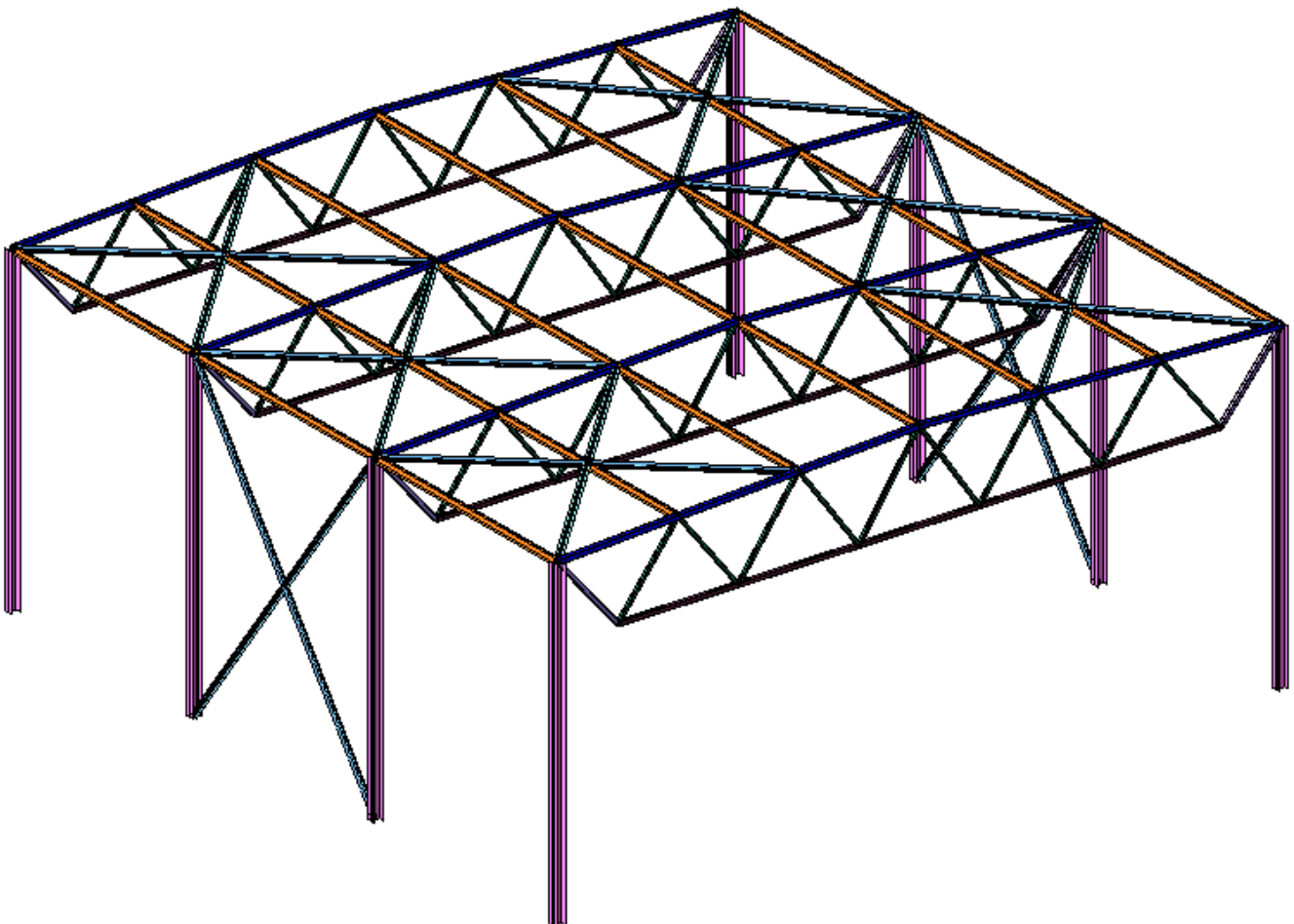
Курс обучения

Расчет стальных конструкций в ПК ЛИРА-САПР для начинающих пользователей

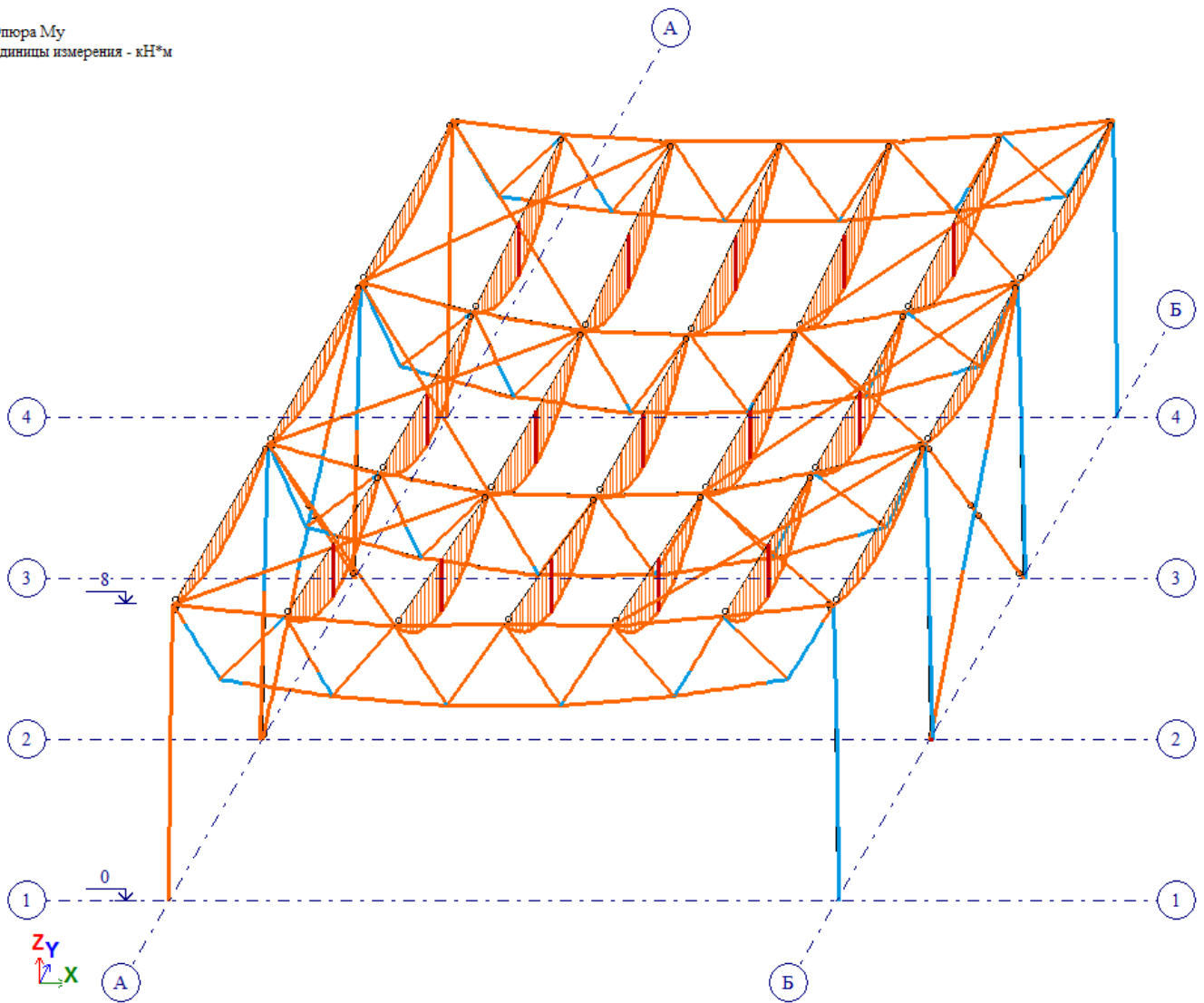
24 академических часа (3 дня)

Краткая программа курса:

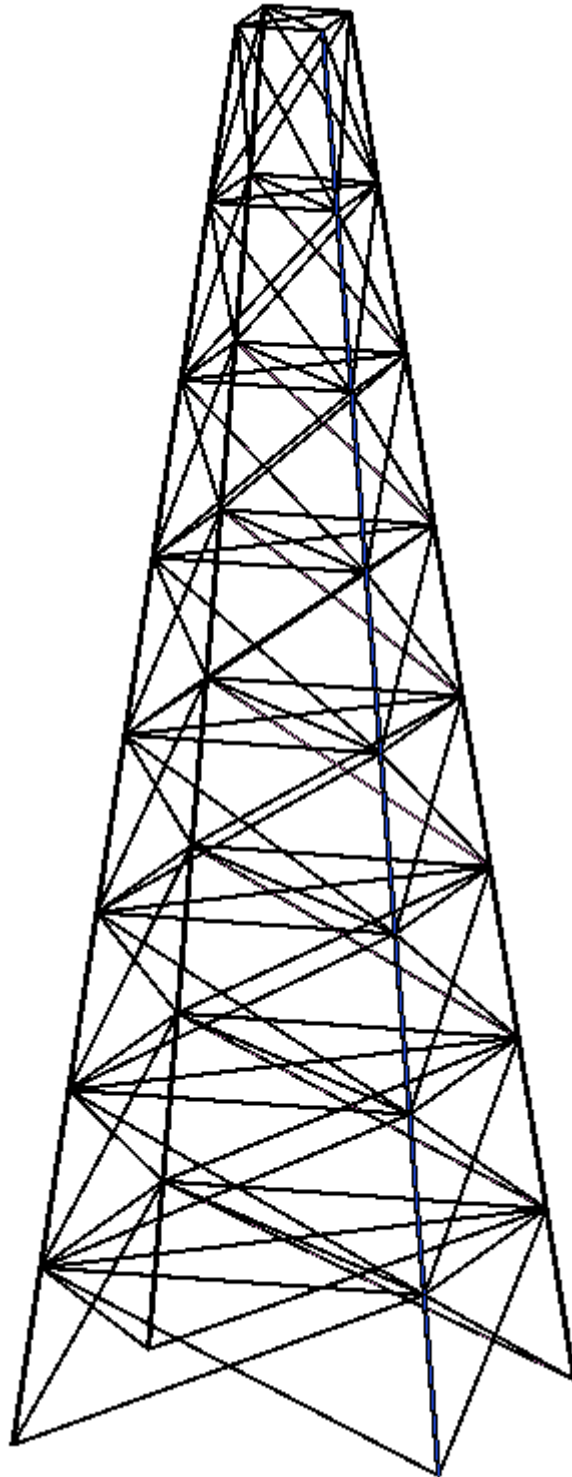
- Расчет плоской фермы на статические нагрузки. Применение стержневых КЭ. Принцип использования вариантов конструирования (расчет конструкций одновременно по различным нормативным документам).
- Расчет пространственных рамных и рамно-связевых систем на статические и динамические воздействия.
- Расчет металлической башни с учетом пульсации ветра.
- Расчет цилиндрического резервуара.
- Расчет стальных конструкций СТК-САПР (подбор и проверка сечений и узлов стальных конструкций). Редактор стальных сортаментов (РС-САПР).
- Использование вспомогательных систем ЛИТЕРА, КС-САПР, КТС-САПР, РСУ, РСН, УСТОЙЧИВОСТЬ, ФРАГМЕНТ, ДОКУМЕНТАТОР.



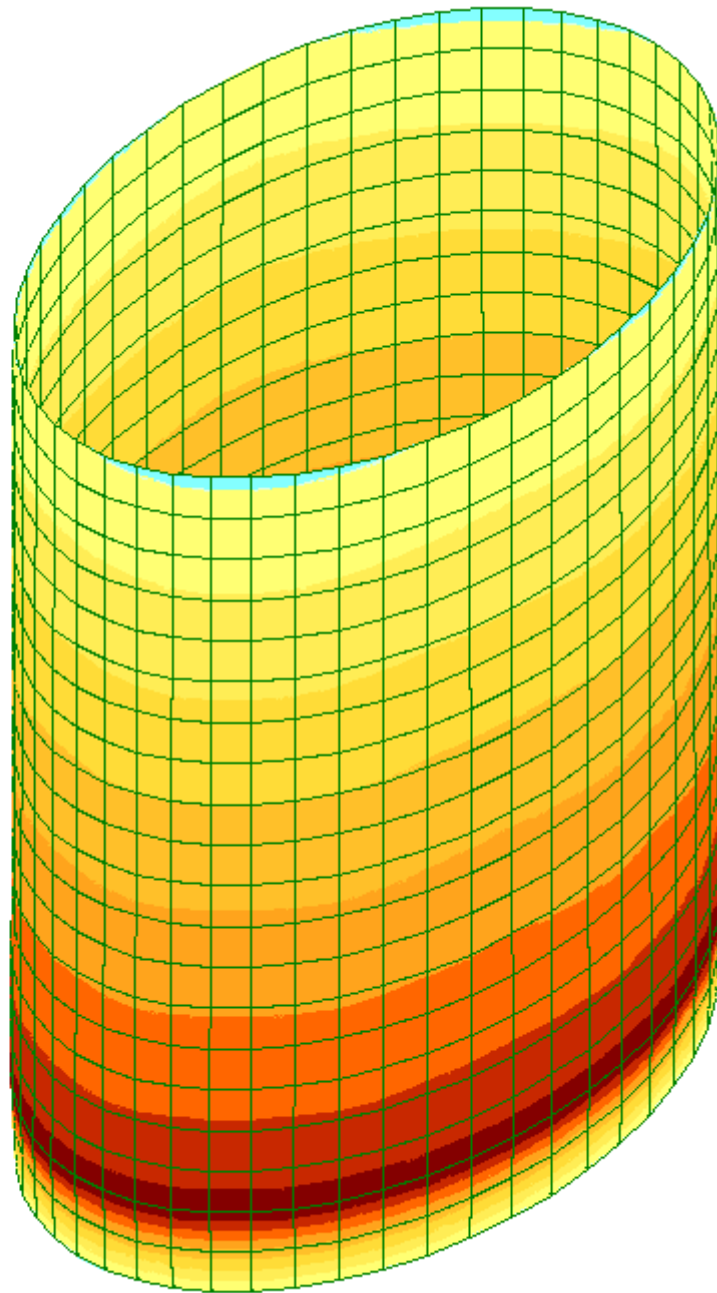
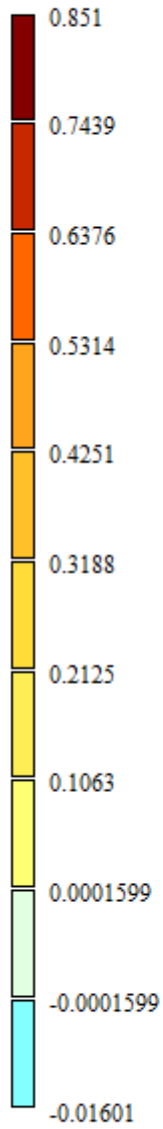
2
Эпюра M_u
Единицы измерения - кН*м



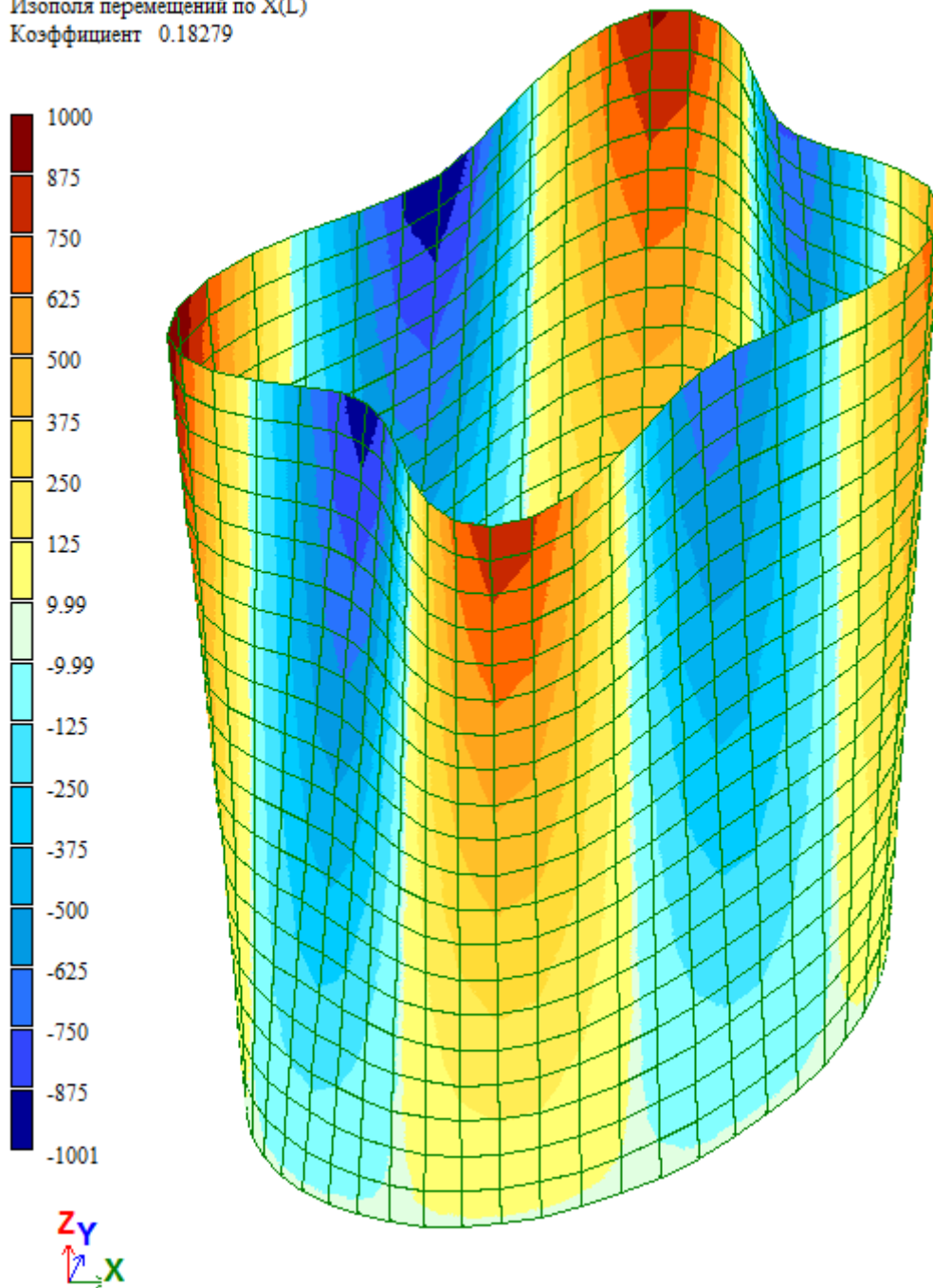
Минимальное усилие -2.11339; Максимальное усилие 37.8244



1
Изополю перемещений по X(L)
Единицы измерения - мм



2
Форма потери устойчивости в гл. с. 1
Изополю перемещений по X(L)
Коэффициент 0.18279



Курс обучения

ПРАКТИКУМ: применение программных комплексов семейства ЛИРА-САПР для расчета монолитных железобетонных и стальных конструкций

40 академических часов (5 дней)

Краткая программа курса:

- Построение архитектурной (физической) модели каркаса в препроцессоре САПФИР;
- Моделирование капителей и балок в совместной работе с монолитным железобетонным перекрытием, моделирование сборных плит перекрытий;
- Моделирование узлов сопряжения конструкций каркаса;
- Получения контуров продавливания для безригельных плит перекрытий;
- Сбор нагрузок на здание: постоянные, временные, ветровые нагрузки и пр.;
- Преобразование в аналитическую (расчетную) модель;
- Общие принципы создания сетки КЭ (учет перфорации перекрытий, сложные контуры отверстий и пр.);
- Формирование конечно-элементной модели, анализ качества полученной КЭ сетки;
- Экспорт расчетной схемы в Визор;
- Задание данных для динамических воздействий: сейсмика и пульсация ветра;
- Формирование комбинаций РСУ и РСН;
- Задание материалов для конструктивного расчета (по разным нормам);
- Определение коэффициентов постели для естественного и свайного основания, сравнение разных методов, особенности совместного расчета здания с основанием;
- Статический, динамический и конструктивный расчеты;
- Анализ полученных результатов напряженно-деформированного состояния каркаса, форм устойчивости и колебаний каркаса;
- Анализ подобранного армирования и расчет на продавливание;
- Анализ % исчерпания несущей способности элементов стального каркаса и расчет стального узла;
- Расчет прогибов монолитного ЖБ перекрытия для фрагмента схемы рассматриваемого здания с учетом физической нелинейности и анализ результатов;
- Расчет на устойчивость против прогрессирующего обрушения конструкций при локальном разрушении одной из колонн (рассмотрение различных вариантов расчета);
- Формирование отчета по результатам расчета;
- Экспорт подобранного армирования в систему САПФИР-ЖБК;
- Раскладка армирования, получение 3D-видов армирования, спецификаций и ведомостей расхода стали, рабочих чертежей КЖ и КЖИ;
- Ответы на вопросы.

