

СРІРЕ

Автоматизированная система
для расчетов
напряженно-деформированного
состояния трубных обвязок
и магистральных трубопроводов



СРІРЕ позволяет производить расчет на прочность различных трубных конструкций:

технологических трубопроводных систем

**линейной части магистральных и промысловых
трубопроводов (в надземном и подземном исполнении)**

трубной обвязки резервуарных парков и резервуаров

**трубной обвязки узлов пуска и приема систем очистки и
диагностики**

и т.д.

Основные возможности СРІРЕ

- Расчет подземных и надземных трубопроводов
- Создание параметризованных расчетных схем
- Встроенная база данных по материалам, трубам и соединительным деталям
- Автоматическая расстановка труб, тройников, отводов, задвижек и т.д.
- Различные виды нагрузок и закреплений
- Нелинейные модели трения и взаимодействия с грунтом
- Встроенная модель грунта и база данных по основным грунтам
- Статический анализ и расчет собственных частот трубопроводов
- Визуализация деформированной геометрии и напряжений
- Анимация собственных форм колебаний
- Генерация гипертекстовых отчетов
- Проверки соответствия конструкции СП 36.13330.2012 (СНиП 2.05.06-85*), СП 284.1325800.2016, ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014, СП 34-116-97, СТО Газпром 2-2.1-249-2008, РД 23.040.00-КТН-084-18(РД-24.040.00-КТН-062-14, РД-23.040.00-КТН-110-07), СП 33.13330.2012.
- Импорт моделей трубопроводов из ModelStudio, СПЛИТ, Трубопровод
- Экспорт модели в чертеж AutoCAD

Основные этапы работы с программным комплексом СРІРЕ

Создание расчетной схемы

Решение задачи

Анализ прочности конструкции
(обработка результатов расчета)

Этапы создания расчетной модели

Базовый каркас

Локальная База Данных

Объектная модель
трубопроводной
системы

Задание нагрузок и
граничных условий

Расчетная модель трубопроводной системы



Инструменты СРІРЕ при создании расчетной модели

- Импорт осевой линии из AutoCAD
- Вставка труб, отводов, тройников, переходов, фланцев, задвижек, сильфонных компенсаторов и др.
- Импорт типоразмеров объектов из внешних баз данных
- Автоматизированное построение объектной модели трубопровода по каркасной
- Задание поверхности грунта и автоматическое определение подземных участков трубопровода
- Задание температурного перепада, внутреннего давления, сосредоточенных нагрузок, характеристик транспортируемого продукта
- Задание граничных условий в местах стыковки с оборудованием, на опорах: неподвижной, скользящей (сухого трения с различными коэффициентами трения), хомутовой, направляющей, пружинной
- Задание характеристик грунта на подземных участках трубопровода

Создание локальной базы данных

Импорт типоразмеров из внешних баз данных

Трубы

Отводы

Тройники

Переходы

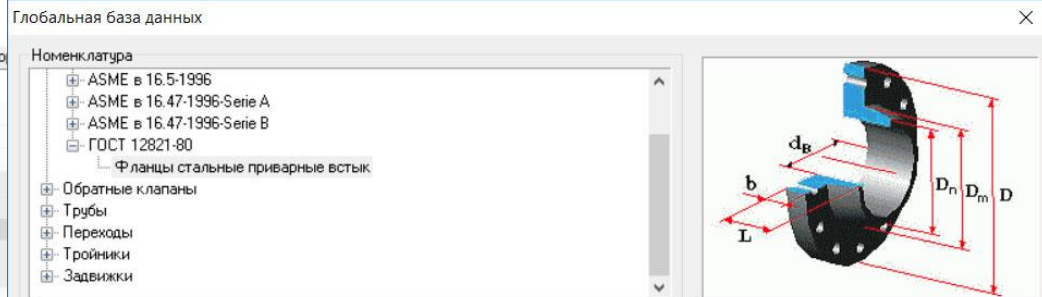
Задвижки

Обратные клапаны

Фланцы

Заглушки

Балки



Типоразмеры

Dy, мм	D, мм	dn, мм	b, мм	L, мм	Dm, мм	Dn, мм	m, кг
125	235.0	121.0	15	43	148.0	135.0	4.660
125	245.0	121.0	17	53	156.0	135.0	6.750
125	270.0	120.0	25	65	160.0	135.0	9.480
150	280.0	146.0	19	57	180.0	161.0	8.300
150	300.0	145.0	27	68	186.0	161.0	13.20
150	300.0	145.0	27	68	186.0	161.0	12.60
150	340.0	142.0	35	108	206.0	161.0	24.18
150	350.0	135.0	47	130	214.0	161.0	33.92
200	315.0	202.0	17	43	235.0	222.0	8.370
200	335.0	202.0	21	58	240.0	222.0	11.79
200	405.0	198.0	41	113	264.0	222.0	36.03
300	435.0	303.0	18	54	340.0	330.0	14.82

Добавить изделие

Изменить изделие

Принять

Создание локальной базы данных

Импорт механических свойств материалов и грунтов, геометрических свойств траншей из внешних баз данных

Материалы

Грунты

Траншеи

Глобальная база данных - Траншеи

Траншеи

- Прямоугольная траншея
- Трапециoidalная траншея
- Пользовательские траншеи

Имя: TRENCHB Описание: Трапециoidalная траншея

№	KEY	HC	H, см	BC	B, см	A, см	Q, см	W, град	NGOR
1	trap1	FALSE	100	TRUE	0	275	10	28	(0,0.93),(0.25,0.74),(0.5,0.59),(0.75,0.46),(1,0.36),(1.25,0.29)
2	trap2	FALSE	100	TRUE	0	275	20	28	(0,0.93),(0.25,0.74),(0.5,0.59),(0.75,0.46),(1,0.36),(1.25,0.29)
3	trap3	FALSE	100	TRUE	0	275	30	28	(0,0.93),(0.25,0.74),(0.5,0.59),(0.75,0.46),(1,0.36),(1.25,0.29)
4	trap4	FALSE	100	TRUE	0	275	40	28	(0,0.93),(0.25,0.74),(0.5,0.59),(0.75,0.46),(1,0.36),(1.25,0.29)
5	trap5	FALSE	100	TRUE	0	275	50	28	(0,0.93),(0.25,0.74),(0.5,0.59),(0.75,0.46),(1,0.36),(1.25,0.29)

Создать Добавить Изменить Удалить **Принять** Отменить

Создание базового каркаса

Различные способы ввода
осевой линии трубопровода

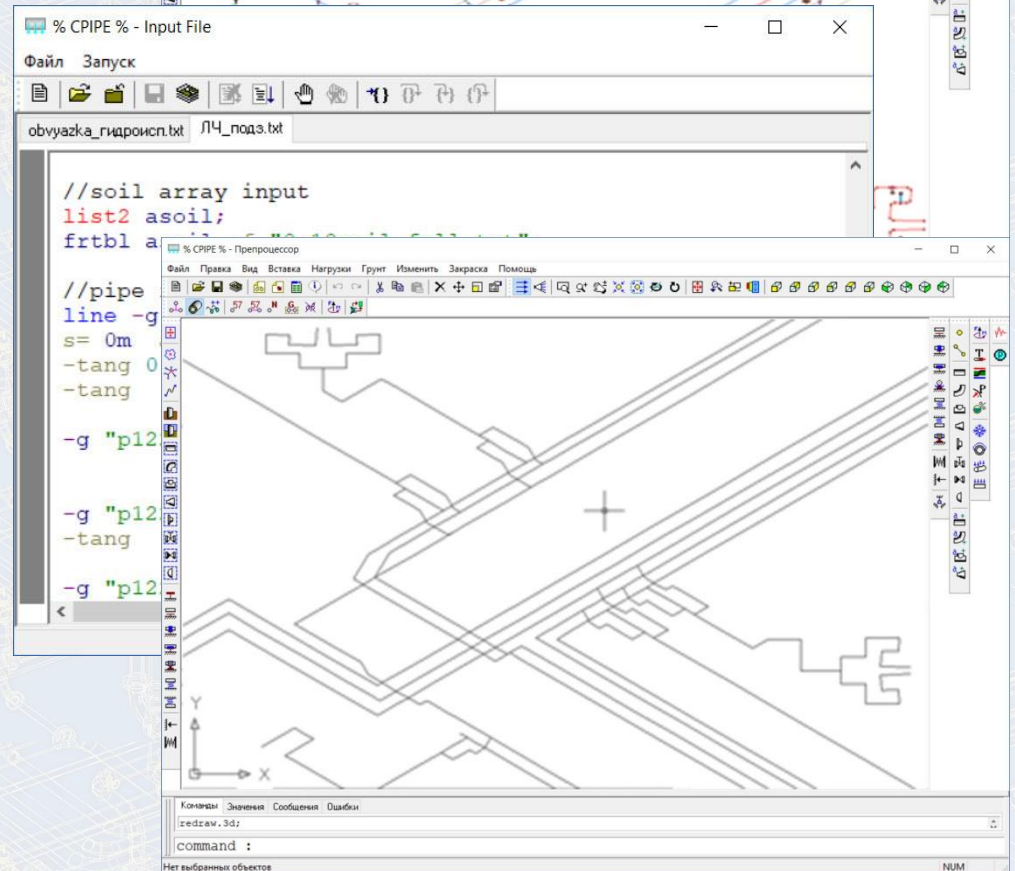
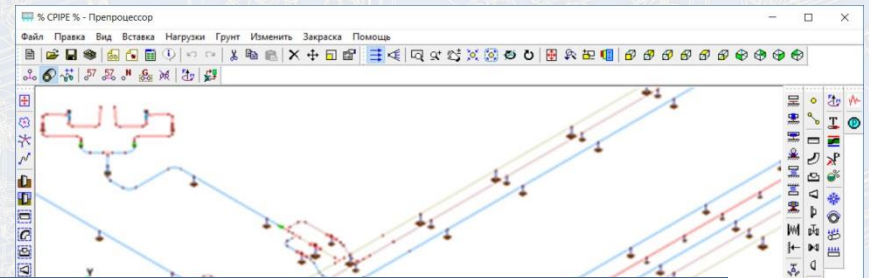
Интерактивный ввод

Командные файлы

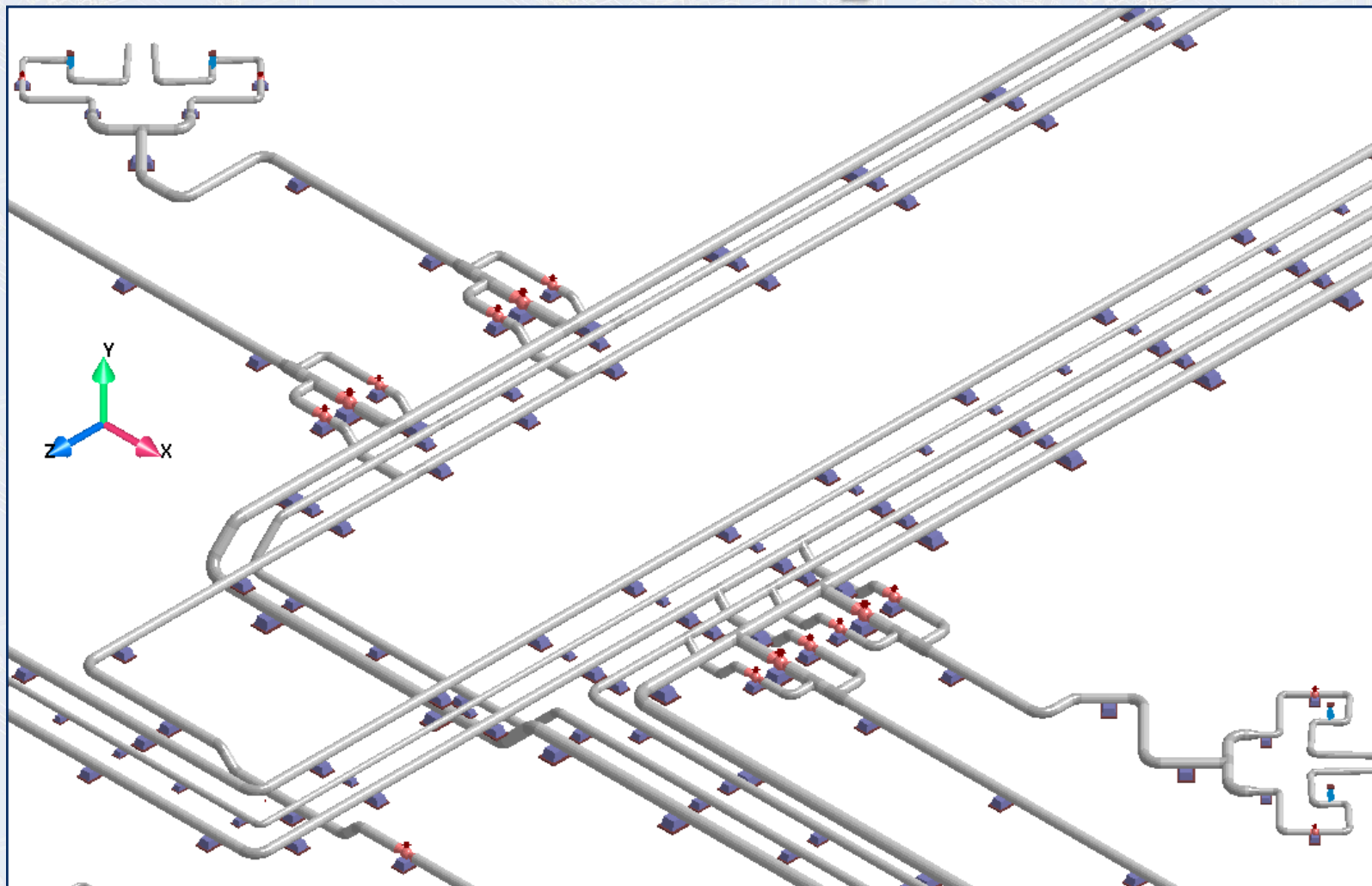
Импорт из AutoCAD

Импорт из
ModelStudio через
командный файл

Импорт из СПЛИТ
через командный
файл



Привязка объектной модели на базовый каркас



Задание граничных условий

Различные типы опор

Скользящие

Направляющие

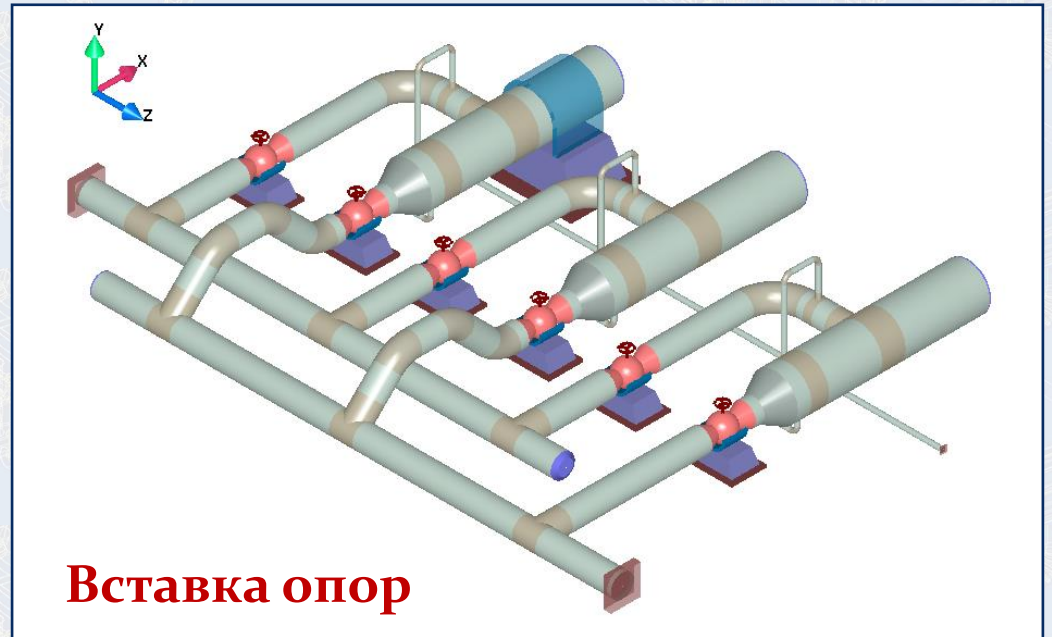
Направляющие с зазором

Хомутовые

Пружинные подвески

Пружинные опоры

Неподвижные

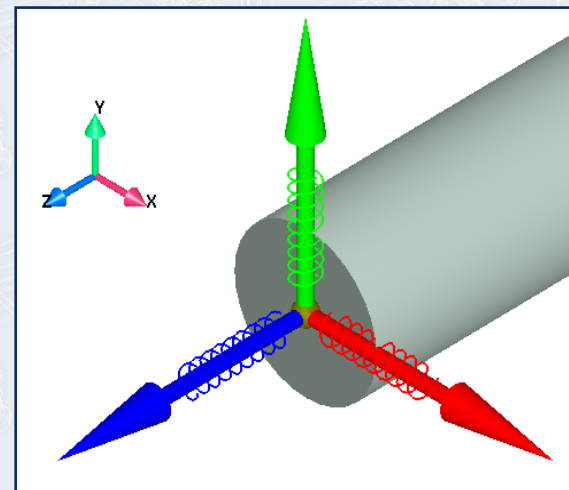
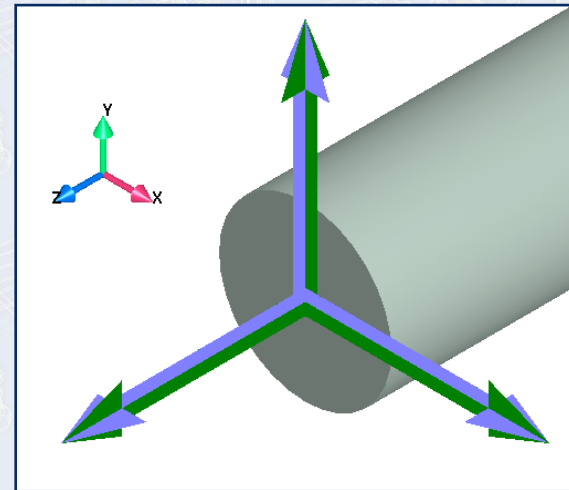


Задание граничных условий

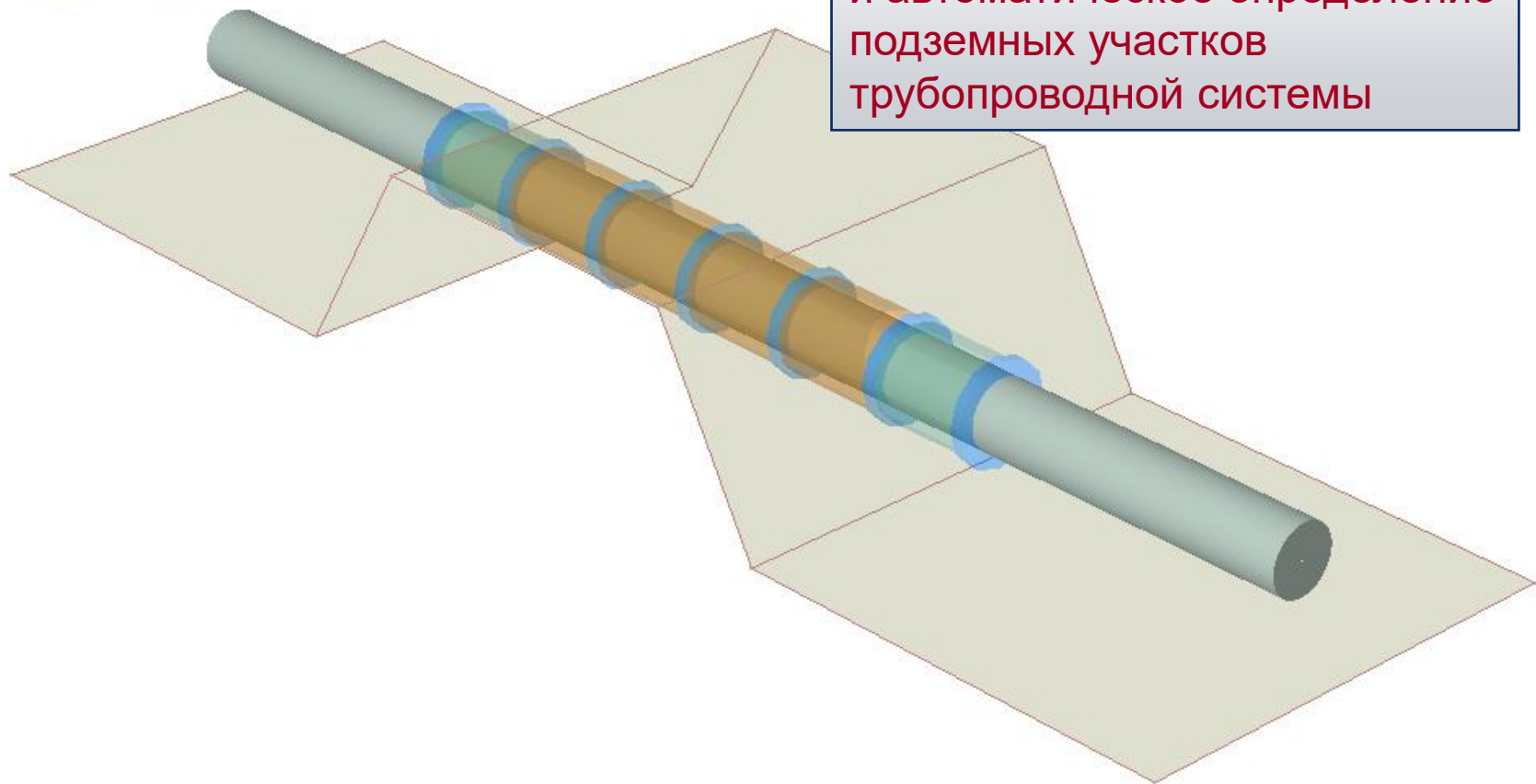
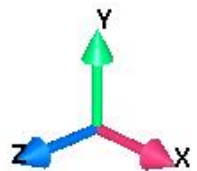
Задание перемещений и углов поворота в узлах

Одноосный граничный элемент

Трехосный граничный элемент



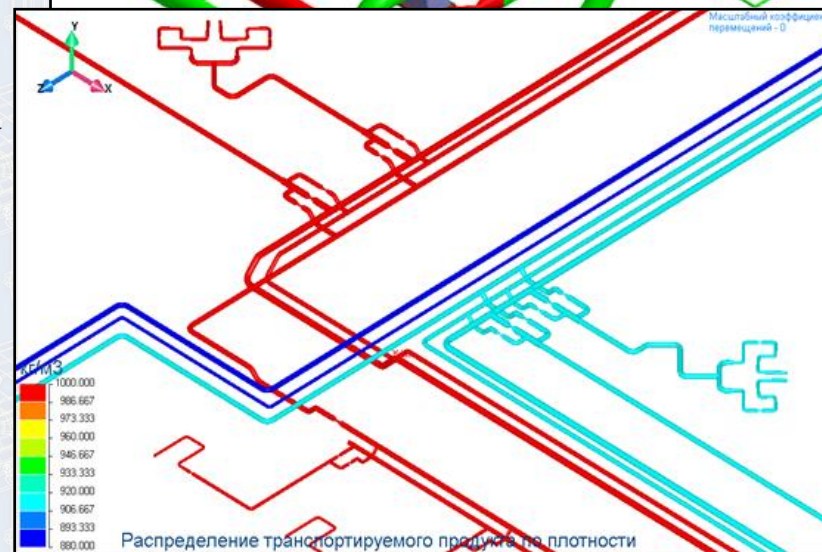
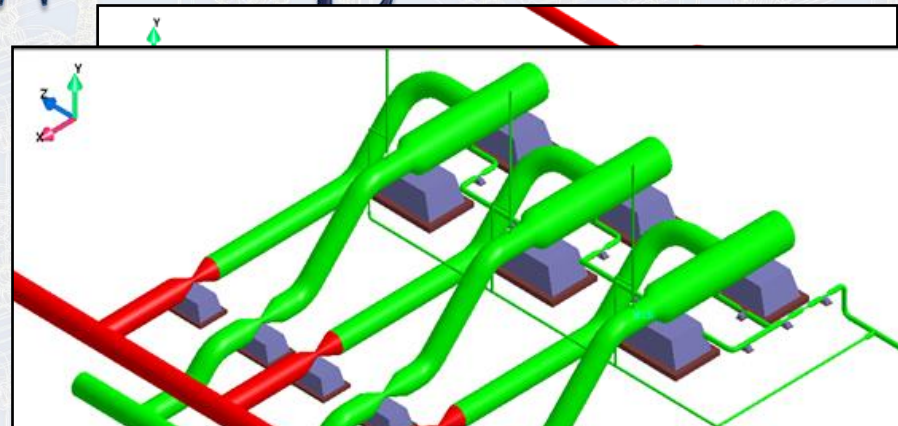
Задание граничных условий



Задание произвольной
поверхности грунта
и автоматическое определение
подземных участков
трубопроводной системы

Основные виды нагрузок

- температурный перепад →
- внутреннее давление →
- снеговая, ледовая и другие распределенные нагрузки
- сосредоточенные нагрузки
- собственный вес трубопровода
- вес транспортируемого продукта →
- сейсмическая нагрузка
- ускорения в глобальной и Пользовательской системе координат



Модуль решения

Решение задачи методом конечных элементов

Автоматическая генерация конечно-элементной модели по объектной модели

Статический расчет конечно-элементной модели трубопровода в упругой области с использованием нелинейных моделей трения на опорах и взаимодействия грунта с трубопроводом

Определение собственных частот и форм колебаний трубопроводной системы

Обработка результатов расчета

Трехмерная визуализация начальной и деформированной моделей трубопроводной системы

Визуализация распределения перемещений, напряжений и пр.

Отображение собственных форм деформированной модели трубопроводной системы

Анимация деформирования трубопроводной системы

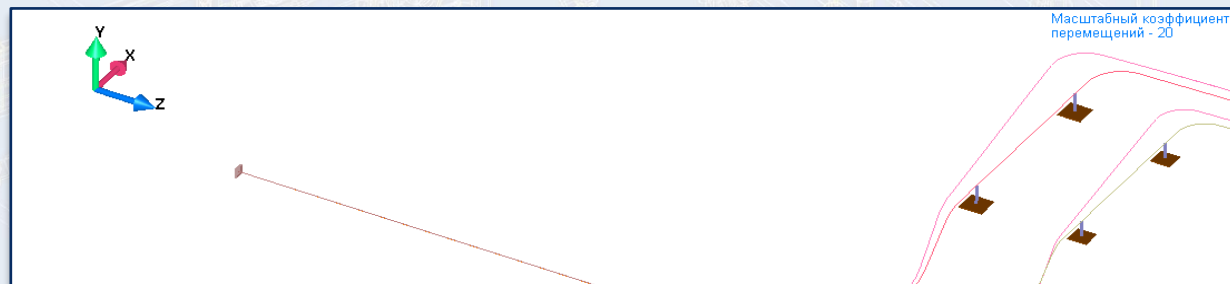
Просмотр результатов расчета в интерактивном режиме

Вывод выборочных результатов расчета в виде HTML-таблиц

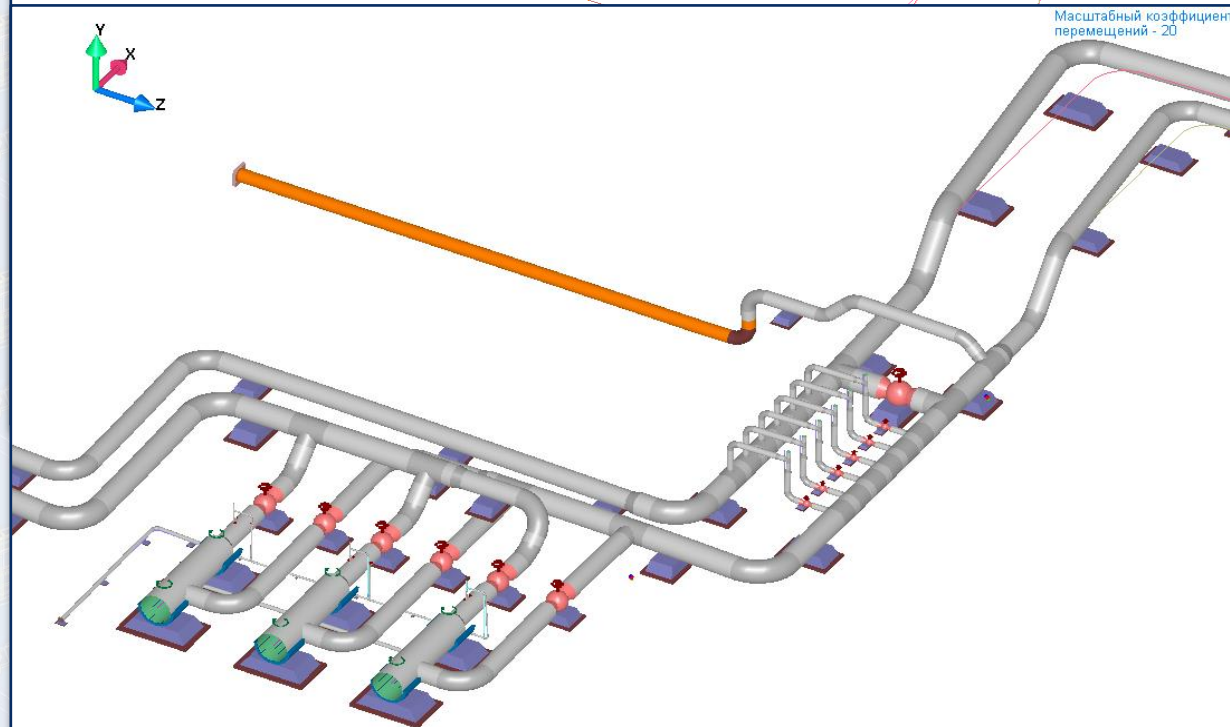
Проверка напряженного состояния конструкции трубопроводной системы на соответствие условиям прочности СП 36.13330.2012 (СНиП 2.05.06-85*), СП 284.1325800.2016, ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014, СП 34-116-97, СТО Газпром 2-2.1-249-2008, РД 23.040.00-КТН-084-18 (РД-24.040.00-КТН-062-14, РД-23.040.00-КТН-110-07), СП 33.13330.2012.

Визуализация деформированной трубопроводной системы с любым масштабным фактором по перемещениям

В режиме отображения каркасной модели



В режиме отображения объемной модели



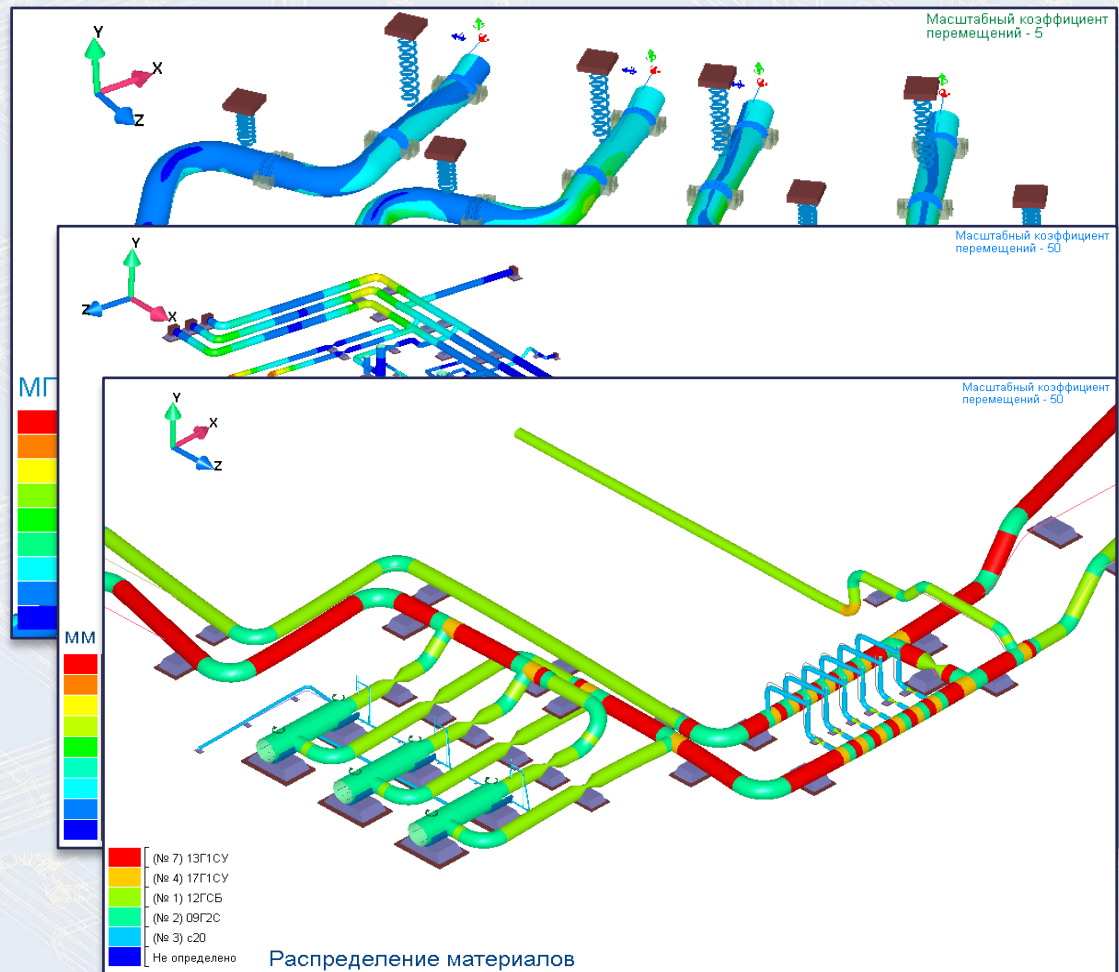
Визуализация напряжений, перемещений и пр.

Отображение

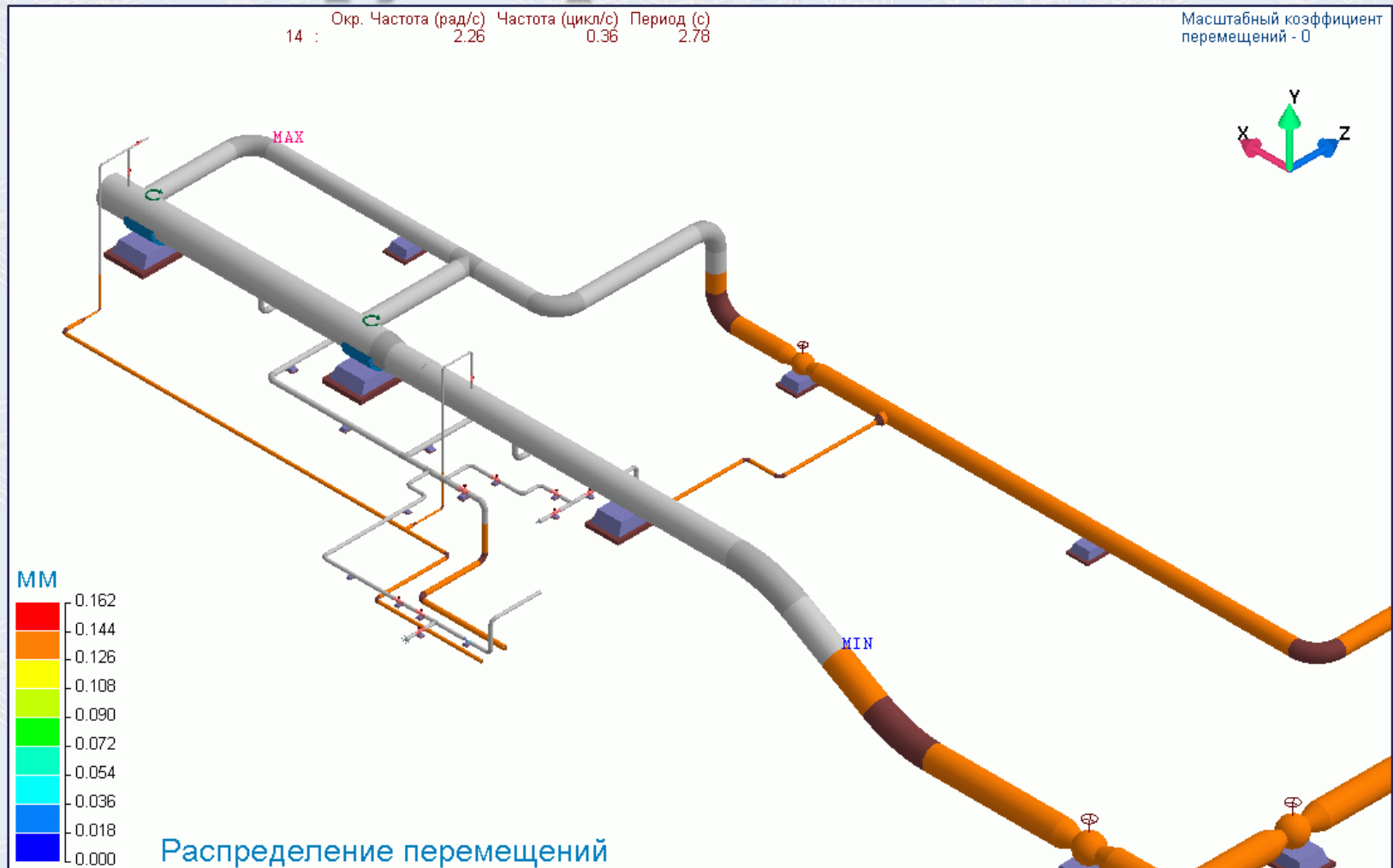
Фибровых, продольных, кольцевых, эквивалентных напряжений

Перемещений и углов поворота в сечении

Распределение материалов, характеристик сечения и других величин



Собственные формы колебаний трубопроводных систем

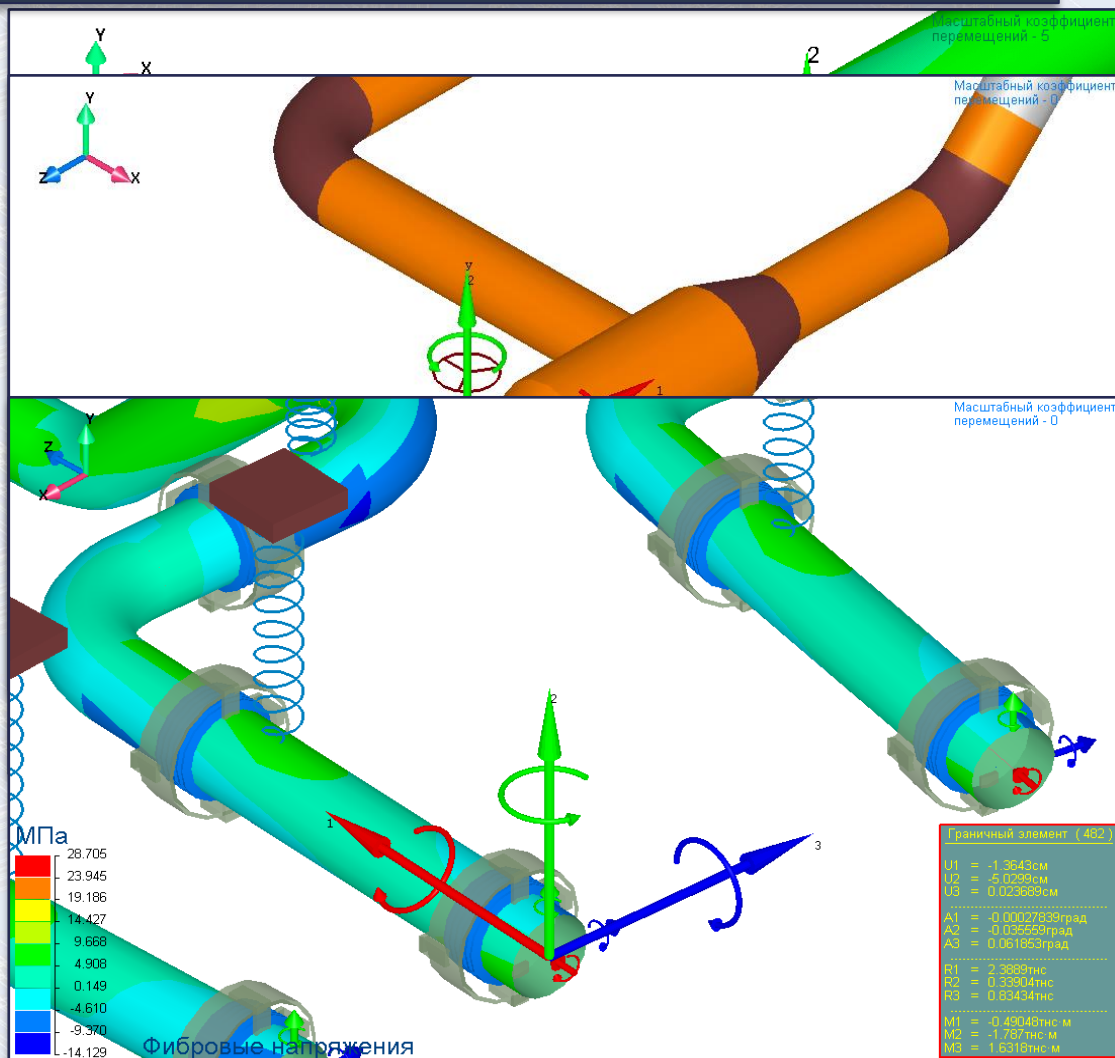


Выборка результатов расчета по элементам в интерактивном режиме

Усилия и напряжения в трубах и СДТ

Нагрузки и перемещения на опорах

Нагрузки и перемещения в местах стыковки оборудования

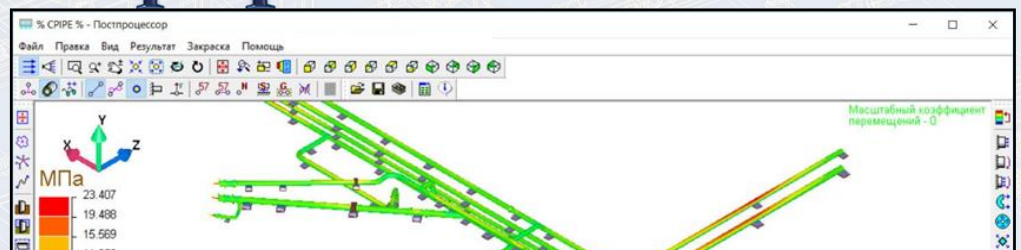


Вывод результатов расчета в табличном формате

В табличной форме в окне «Сообщения»

В форме HTML-таблиц из препроцессора или в режиме командного файла для следующих элементов

- Узлы
- Материалы
- Сечения
- Элементы
- Перемещения
- Усилия
- Напряжения
- Опоры
- Заделки
- Нагрузки на фланцы



% CPIPE % - Просмотр отчетов - [D:\Mikle\04_CPIPE\Models_for_presentation\full.res]

Файл
Усилия Напряжения Опоры

Имя опоры	Тип опоры	Перемещения, см			Углы поворота, град			Силы, кгс			Моменты, кгс·см			
		u_1	u_2	u_3	$\varphi_x \cdot 10^3$	$\varphi_y \cdot 10^3$	$\varphi_z \cdot 10^3$	R_1	R_2	R_3	M_1	M_2	M_3	
ОП-33-15	С													0.00
ОП-213	С													0.00
ОП-207	С													0.00
ОП-219	С													0.00
ОП-224	С													0.00
ОП-34-11	С													0.00
ОП-34-13	С													0.00
ОП243	С													0.00
ОП-37-5	С													0.00
ОП-211	С													0.00
ОП-204	С													0.00
ОП-35-14	С													0.00
ОП-34-7	С													0.00
ОП-223	С													0.00
ОП-35-12	С													0.00

Параметры отображения информации

Узлы Материалы Сечения Элементы Перемещения
Усилия Напряжения Опоры Заделки Нагрузки на фланцы

Выводить информацию по опорам

Выводить имена опор

Выводить тип опор

Перемещения

Углы поворота

Силы

Моменты

Суммирование по НДС

Выделить Сбросить Сбросить Все

Принять Отменить

Проверка на прочность

Проверка на прочность:

- надземных трубопроводов
- подземных трубопроводов

Автоматизированная проверка по требованиям нормативных документов:

- СП 36.13330.2012 (СНиП 2.05.06-85*)
- СП 284.1325800.2016
- ГОСТ Р 55989-2014
- ГОСТ Р 55990-2014
- СП 34-116-97
- СП 33.13330.2012
- СТО Газпром 2-2.1-249-2008
- РД 23.040.00-КТН-084-18(РД-24.040.00-КТН-062-14, РД-23.040.00-КТН-110-07)

Проверка прочности трубопроводов

Нормативный документ
СП 36.13330.2012
ГОСТ Р 55989-2014

Тип
ГОСТ Р 55990-2014
РД-23.040.00-КТН-084-18
РД-23.040.00-КТН-110-07
РД-24.040.00-КТН-062-14
СНиП 2.05.06-85*
СП 284.1325800.2016
СП 33.13330.2012
СП 34-116-97
СП 36.13330.2012
СТО Газпром 2-2.1-249-2008

Проверка для предотвращения недопустимых пластических деформаций подземных трубопроводов (Пункт 12.4.2)

Проверка для предотвращения недопустимых деформаций тройников (Пункт 12.8.2)

Проверка номинальной толщины стенки труб (Пункт 12.3)

Параметры проверок

Учитывать сейсмическое воздействие

Задание коэффициентов

Задание сейсмической нагрузки

Дополнительно

Вывести информацию по участкам

Вывести расчетные сопротивления

Вывести допускаемые напряжения (расчетные толщины)

Вывести сейсмические напряжения

Настройки

Выводить номера элементов

Показывать предупреждения

Уровень 1

Принять

Отменить

Проверка на прочность

Учет всех требуемых нормативным документом проверок

Индивидуальное задание коэффициентов для каждого участка или группы участков

Проверка прочности трубопроводов: Задание коэффициентов - СП 36.13330.2012

Типоразмер	Материал	m	k1	k2	kn
530 x 8	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 8	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 8	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 10	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 10	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 10	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 10	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 10	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 10	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 16	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 22	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
530 x 22	K52	0.825	1.34	1.15	1.1
820 x 9	K52	0.825	1.34	1.15	1.1

Показать участки
 Все Выбранные

Группировка
Нет

Дополнительная информация

Сечение 19
Тип Отвод
Su/Ss: 0.686
Продукт нефть
Давление 4.905 МПа
Грунт ИГЭ-3
Засыпка ИГЭ-1

Параметры расчетных участков

Коэффициент условий работы трубопровода, m (*) 0.825

Коэффициент надежности по материалу, k1 (*) 1.34

Коэффициент надежности по материалу, k2 (*) 1.15

Коэффициент надежности по ответственности трубопровода, kn (***) 1.1

*) Значение коэффициента необходимо уточнить
***) Вычисляется автоматически для трубопроводов

Тонкая настройка

Задание коэффициентов Пользователем

Проверка на прочность

- Результаты проверки формируются в виде HTML таблиц

% СРІРЕ % - СП 36.13330.2012 - Проверка на прочность надземных трубопроводов - ...

Файл

Расчетные участки | Расчетные сопротивления | Допускаемые напряжения | **Результаты проверки**

**Результаты проверки по СП 36.13330.2012:
Проверка на прочность надземных трубопроводов (Пункт 12.5.2)**

№	Участок		Материал	p_r МПа	Элемент (Узел)	$\Psi_2 \cdot R_2$	σ_{pr}		R_2	Элемент (Узел)
	D_n см	δ_n см					σ_{pr}^-	σ_{pr}^+		
2	53	0.8	K52	1.864	-	-186.58	-	45.25	223.92	526 (187)
14	82	0.9	K52	1.864	-	-169.05	-	67.76	223.92	196 (184)
18	82	1.6	K52	1.864	-	-196.19	-	28.09	223.92	371 (центр)
21	82	1.6	K52	1.864	-	-196.19	-	26.26	223.92	2607 (670)
27	93	1	K52	0.981	-	-197.60	-	28.03	223.92	533 (219)
28	102	1.2	K52	0.981	-	-200.15	-	29.44	223.92	222 (217)
31	102	1.8	K52	0.981	-	-208.73	-	16.46	223.92	348 (403)
33	102	2	K52	0.981	-	-210.37	-	14.33	223.92	2614 (677)
38	122	1.4	MAT_FLT_Dy1000	0.981	-	-149.85	-	20.54	175.18	543 (753)

Условные обозначения

D_n - наружный диаметр

δ_n - номинальная толщина стенки

% СРІРЕ % - СП 36.13330.2012 - Проверка для предотвращения недопустимых пласт...

Файл

Расчетные участки | Расчетные сопротивления | Допускаемые напряжения | Сейсмические напряжения | **Результаты**

**Результаты проверки по СП 36.13330.2012:
Проверка для предотвращения недопустимых пластических деформаций
подземных трубопроводов (Пункт 12.4.2)**

№	Участок		Материал	p МПа	Элемент (Узел)	$\Psi_1 \cdot R_3$	σ_{pr}		R_3	Элемент (Узел)
	D_n см	δ_n см					σ_{pr}^-	σ_{pr}^+		
3	53	0.8	K52	1.864	-	250.21	-	55.31	286.12	1538 (561)
6	53	1	K52	1.864	-	258.21	-	45.99	286.12	2298 (2493)
15	82	0.9	K52	1.864	-	234.06	-	78.87	286.12	142 (138)
19	82	1.6	K52	1.864	-	259.24	-	46.69	286.12	2213 (2409)

- Напряжения, превышающие допускаемые выделяются красным цветом
- Напряжения близкие к допускаемым выделяются синим цветом. Уровень предупреждения устанавливается Пользователем

Учет сейсмической нагрузки

Расчет напряжений от сейсмической нагрузки на подземные трубопроводы по требованиям нормативных документов:

- СП 36.13330.2012 (СНиП 2.05.06-85*)
- СП 284.1325800.2016
- ГОСТ Р 55989-2014
- ГОСТ Р 55990-2014
- СП 34-116-97
- СП 33.13330.2012
- СТО Газпром 2-2.1-249-2008
- РД 23.040.00-КТН-084-18(РД-24.040.00-КТН-062-14, РД-23.040.00-КТН-110-07)

Задание сейсмической нагрузки через бальность или сейсмическое ускорение

The screenshot shows a software window titled "Проверка прочности трубопроводов" (Pipe strength check). Inside, there is a sub-window "Сейсмическая нагрузка" (Seismic load) with the following settings:

- Нормативный документ: СП 36.13330.2012
- Величина: Ускорение (200 см/с²), Бальность (диапазон 1-12) (8)
- Повторяемость землетрясений: Коэффициент повторяемости землетрясений, кп (1.1) [Выбрать..]
- Параметры расчетных участков: [Задать параметры...]
- Buttons: [Принять], [Отменить]

Below this sub-window, in the "Параметры проверок" (Check parameters) section, the following options are visible:

- [Задание коэффициентов]
- Учитывать сейсмическое воздействие [Задание сейсмической нагрузки]
- Дополнительно: Вывести информацию по участкам, Вывести расчетные сопротивления, Вывести допускаемые напряжения (расчетные толщины), Вывести сейсмические напряжения
- Настройки: Выводить номера элементов, Показывать предупреждения, Уровень: 1
- Buttons: [Принять], [Отменить]

Учет сейсмической нагрузки

Задание сейсмической нагрузки отдельно для каждого участка трубопровода с учетом изменения характеристик грунта

Задание сейсмической нагрузки по ИГЭ

Задание коэффициентов Пользователем или с использованием табличных значений нормативных документов

Сейсмическая нагрузка: Параметры расчетных участков - СП 36.13330.2012

Участки Грунты

Показать участки
 Все Выбранные

Группировка
Условный диаметр

Дополнительная информация
Сечение 19
Тип Отвод
Продукт нефть
Давление 4.905 МПа
Грунт ИГЭ-1
Засыпка ИГЭ-1

Типоразмер	k0	Ср, см/с	T0, сек	m0
Условный диаметр: 500 мм				
530 x 8	1.5	15000	10	0.5
530 x 8	1.5	15000	10	0.5
530 x 10	1.5	15000	10	0.5
530 x 10	1.5	15000	10	0.5
530 x 10	1.5	15000	10	0.5
530 x 16	1.5	15000	10	0.5
Условный диаметр: 800 мм				
820 x 9	1.5	15000	10	0.5
820 x 9	1.5	15000	10	0.5
820 x 12	1.5	15000	10	0.5

Характеристика трубопровода
Коэффициент, учитывающий степень ответственности трубопровода, k0

Свойства грунтового массива
Скорость распространения продольной сейсмической волны, Ср (*) см/с

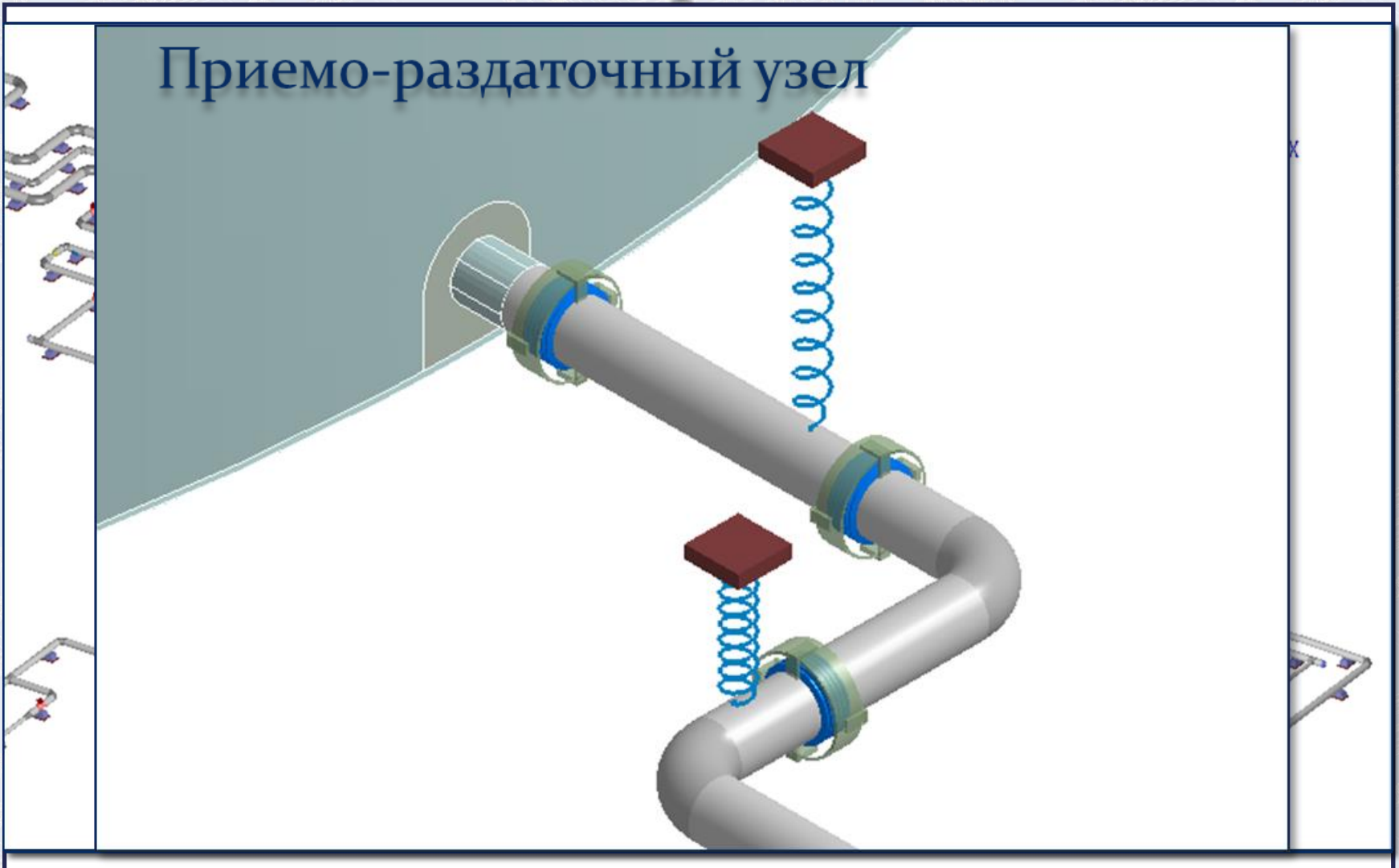
Преобладающий период сейсмических колебаний, T0 (*) сек

Коэффициент заземления трубопровода в грунте, m0 (**)

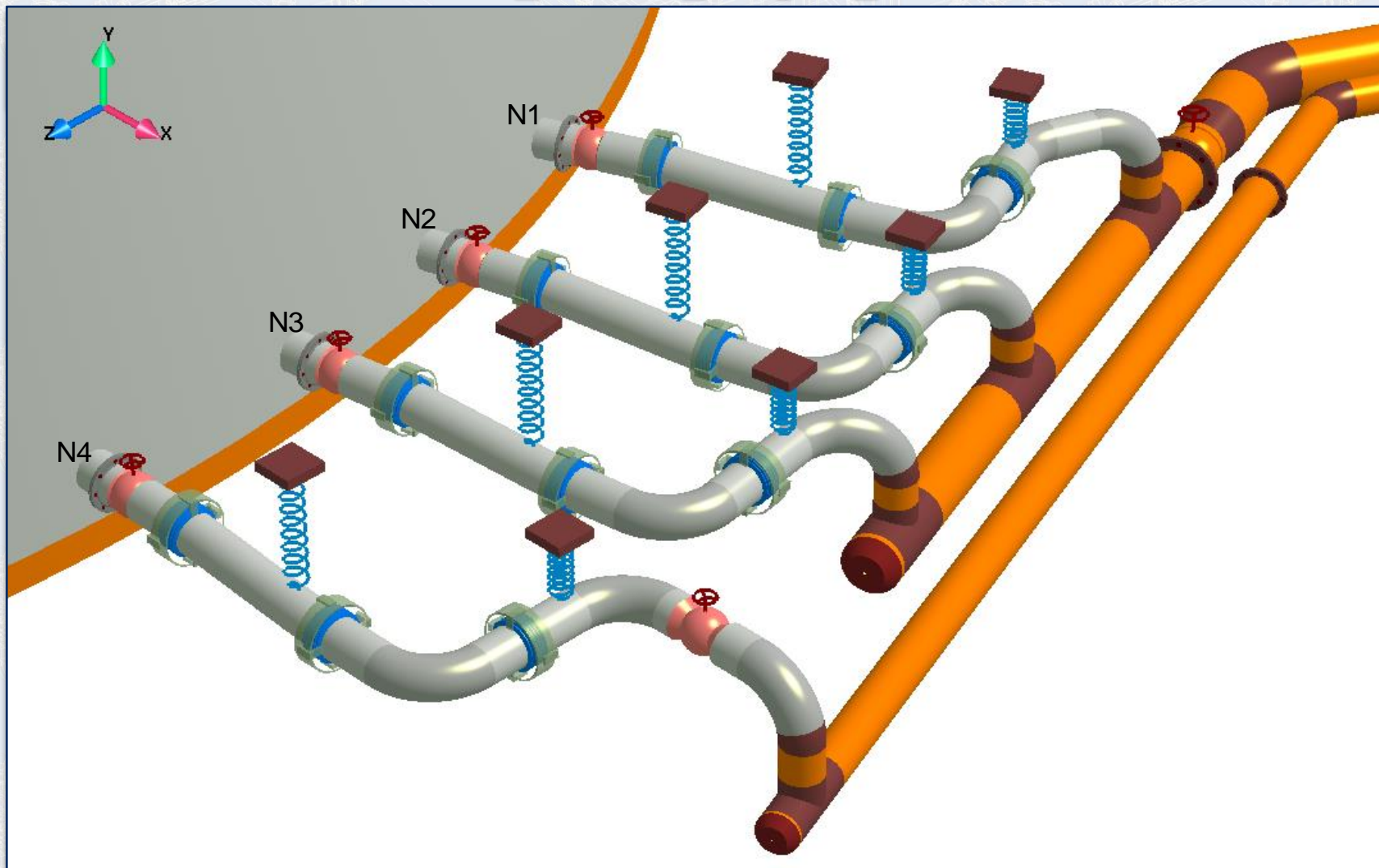
*) Определяется по основному грунту
**) Определяется по грунту засыпки

Расчет трубной обвязки резервуарных парков

Приемо-раздаточный узел



Расчет нагрузок на патрубки резервуара



Расчет на прочность линейной части магистральных трубопроводов

Специальный набор команд для задания линейной части

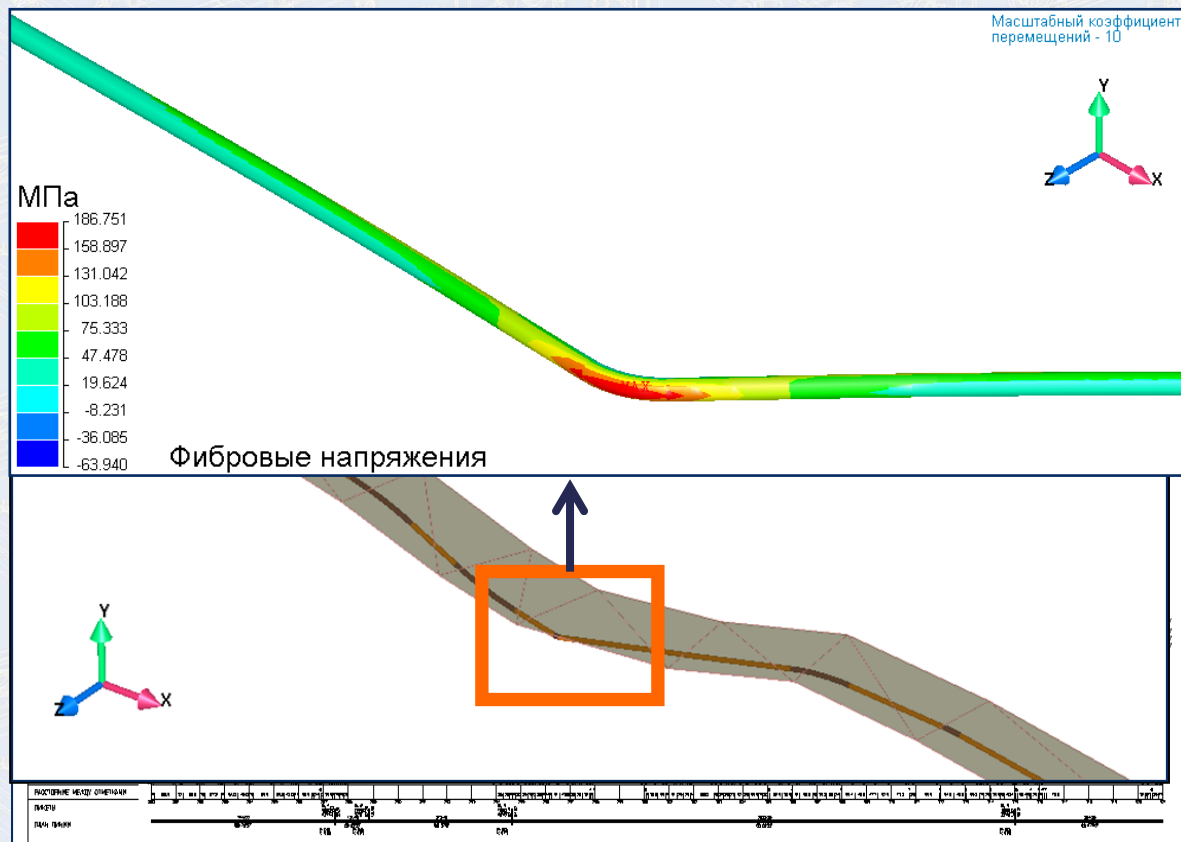
Углы в плане

Высотные отметки

Автоматическая вставка отводов

Упругие изгибы

Нелинейная модель грунта



Преимущества программного комплекса

Возможность создания параметрических расчетных схем

Быстрое создание больших объектных моделей

Автоматическая проверка на прочность трубопроводной системы

Многолетняя практика использования программного комплекса СРРЕ при расчетах на прочность большого количества разнообразных задач

Имеет сертификат добровольной сертификации программной продукции на соответствие:

1. Нормативным документам для трубопроводов
СП 36.13330.2012 (СНиП 2.05.06-85*),
СП 33.13330.2012 (СНиП 2.04.12-86),
ГОСТ Р 55990-2014, СП 34-116-97,
СТО Газпром 2-2.1-249-2008,
СТО Газпром 2-2.1-318-2009,
РД-23.040.00-КТН-110-07
2. Нормативным документам в области программной продукции
ГОСТ 28195-89, ГОСТ 28806-90,
ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93,
ГОСТ Р ИСО 9127-94,
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000

Спасибо за внимание!

www.cpipe.ru - support@cpipe.ru

www.p2te.ru – info@p2te.ru

+7 (495) 768-333-4

