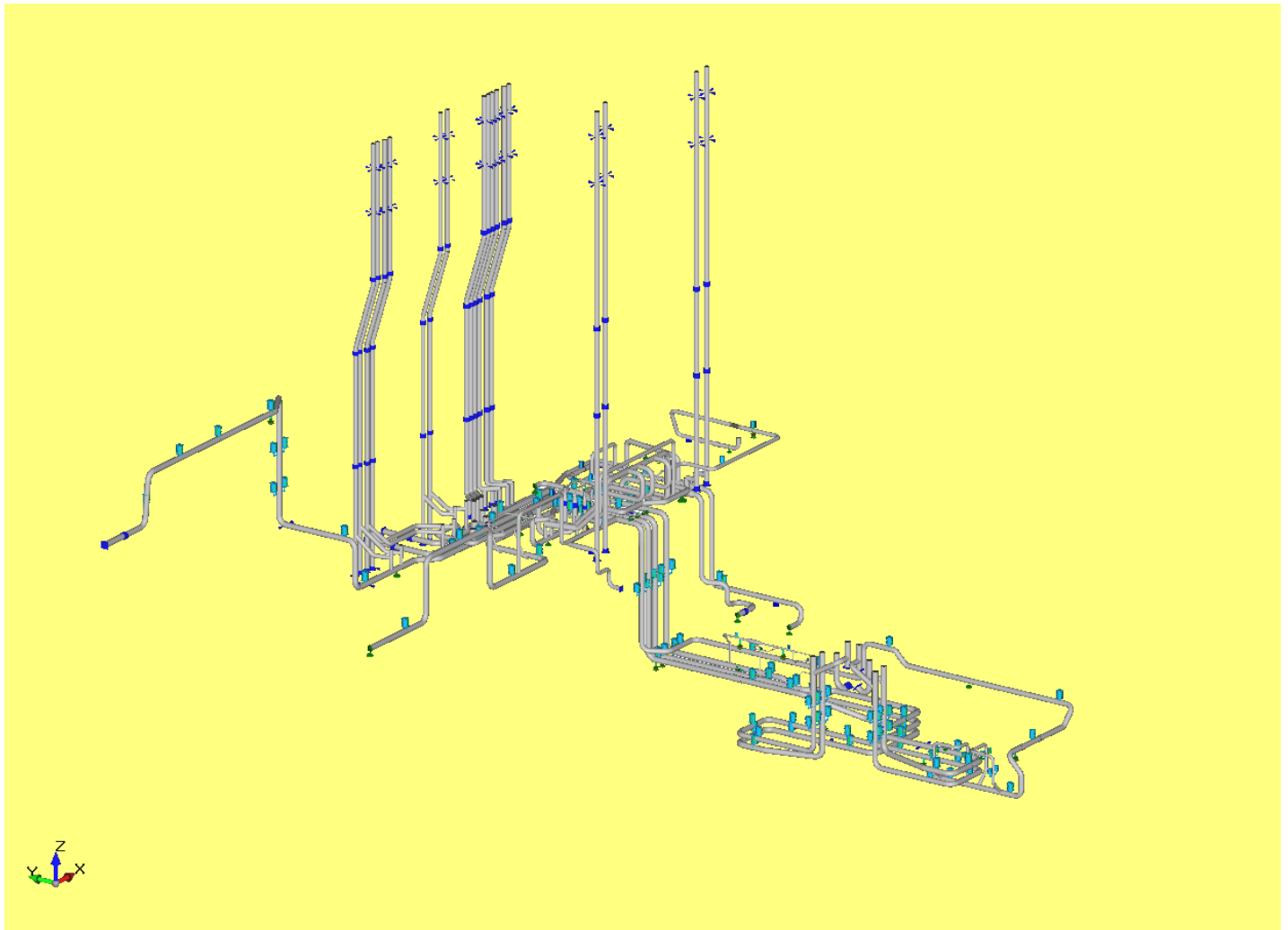




# dPIPE

Версия 5.26

*Пример расчета и рекомендуемый порядок ввода ИД*



## Моделируемый трубопровод.

В качестве примера выбран главный паропровод типового блока ВВЭР-440, простирающийся от коллектора парогенератора до герметичной проходки в пределах гермозоны. На рисунке 1 изображена изометрическая схема этого трубопровода и указаны его основные размеры. Трубопровод изготовлен из стали марки Ст 20, рабочая температура среды равна 271°С, температура, соответствующая холодному состоянию, принята равной 20°С, внутреннее рабочее давление составляет 4.5 МПа.

В рабочем состоянии патрубки коллектора парогенератора имеют следующие тепловые смещения:

Таблица 1. Температурные смещения патрубков коллектора парогенератора в рабочем состоянии.

N патрубка	Температурные перемещения		
	X	Y	Z
P1	68	54	6
P2	63	57	6
P3	56	60	6
P4	49	64	6
P5	44	67	6

Места расстановки упругих подвесок показаны на рисунке. Длины подвесок приведены в таблице:

Таблица 2. Длины и число тяг пружинных подвесок

N опоры	Число тяг	Длина
		мм
N1	2	2050
N2	1	1010
N3	2	2050
N4	1	830
N5	1	700
N6	1	670
N7	1	660

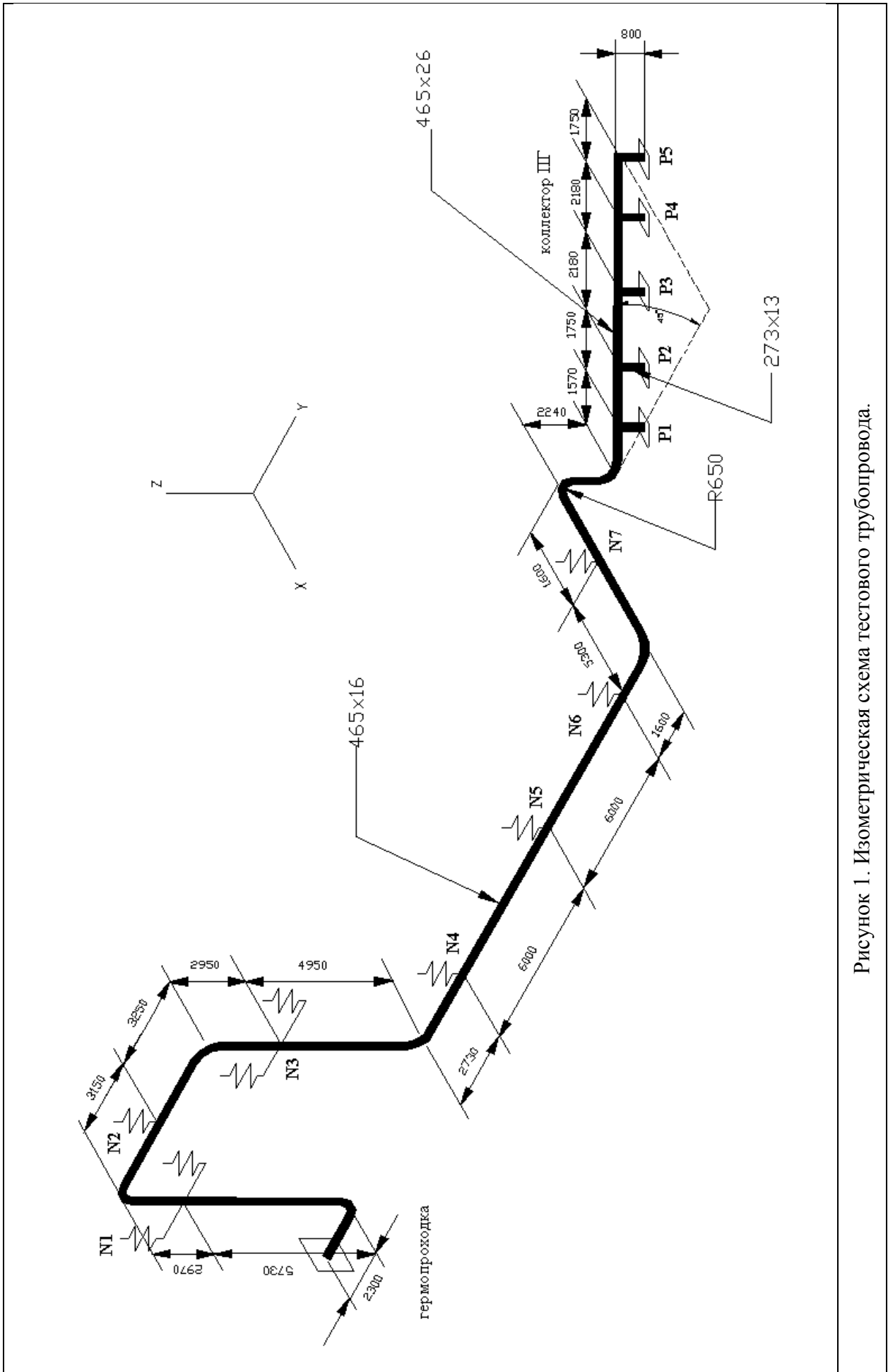


Рисунок 1. Изометрическая схема тестового трубопровода.

Таблица 3. Характеристики сечений (по ОСТ 24/125.30-89)

Dy	Dn, мм	s, мм	c, мм	w, Н/мм	R, мм	Smin, мм	a, %
450	465	16	0.8	1.88 (величина из ОСТа)	650	12.5	7
450	465	26	1.3	определяется программой	-	-	-
250	273	13	0.65	определяется программой	-	-	-

### Сейсмическое воздействие.

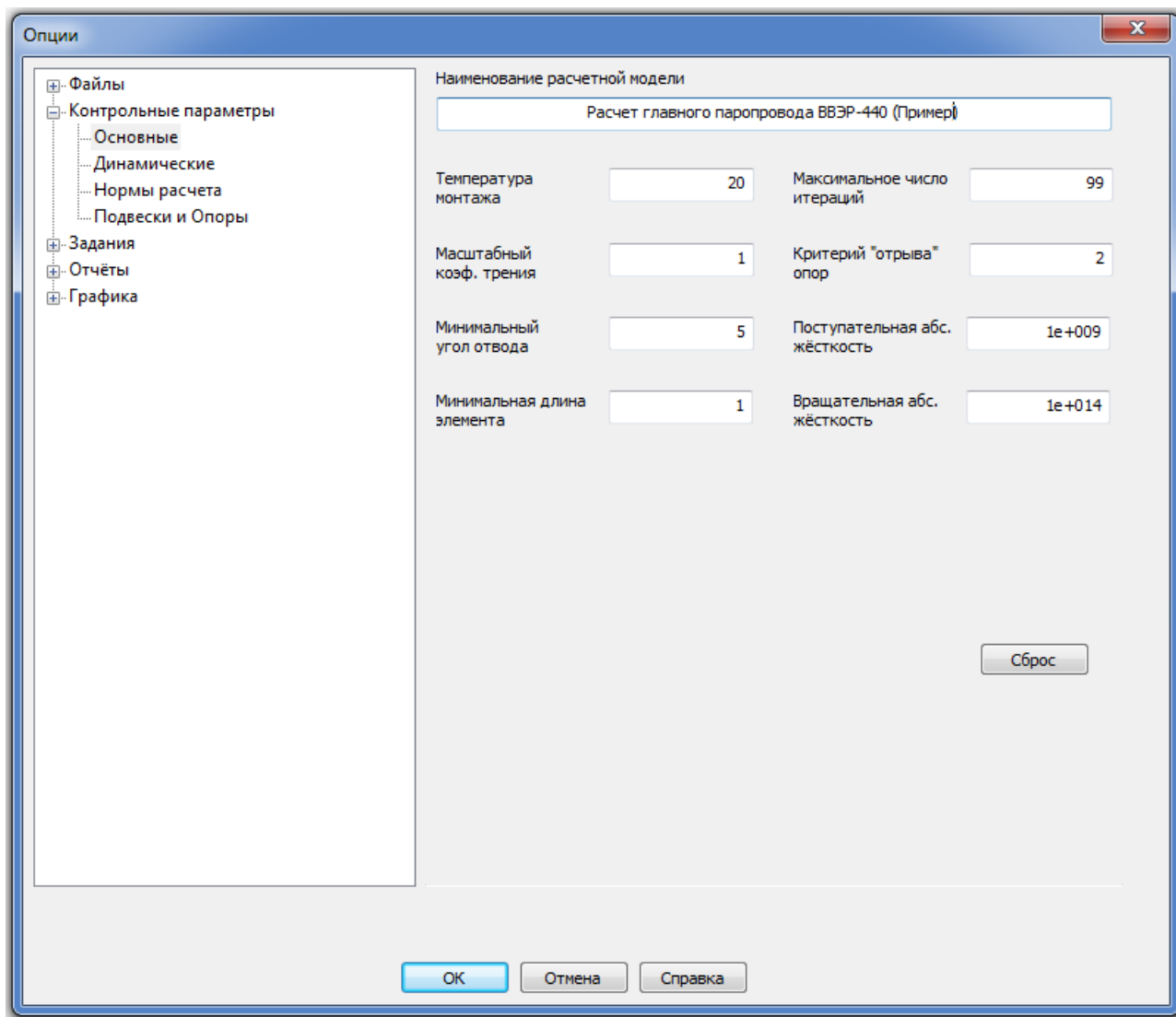
Сейсмическое воздействие задано в виде 2-х групп поэтажных спектров ответа: для крепления паропровода к парогенератору (группа SG) и для всех остальных опор паропровода (проходка из реакторного отделения и подвески), группа RB. Величины спектров ответа приведены в таблице 4. Для опор, отнесенных к группе SG, задаются сейсмические смещения: X – 33мм, Y – 34мм, Z – 2мм. Для группы RB сейсмические смещения принимаются нулевыми. Землетрясение ПЗ принимается равным половине от МРЗ.



Таблица 4. Поэтажные Спектры Ответа Сейсмического Воздействия для уровня МРЗ.

	X-Direction		Y-Direction		Z-Direction	
	Частота, Гц	Ускорение, g	Частота, Гц	Ускорение, g	Частота, Гц	Ускорение, g
группа SG	0.20	0.06	0.20	0.06	0.20	0.06
	2.00	1.00	2.56	1.37	2.50	0.88
	3.08	1.30	4.17	1.38	4.00	1.11
	4.60	2.50	6.22	2.57	8.00	1.10
	6.54	2.50	8.27	2.58	10.00	1.10
	11.67	1.00	11.67	1.21	12.00	1.13
	17.00	1.00	14.36	1.21	13.00	1.21
	27.00	0.68	28.72	0.61	28.00	0.46
	40.00	0.69	39.68	0.61	40.00	0.47
группа RB	0.20	0.06	0.20	0.06	0.20	0.06
	2.00	1.40	2.00	1.40	2.50	0.92
	4.00	2.74	3.00	3.70	7.20	1.65
	4.20	4.00	5.40	3.70	10.50	2.25
	7.00	4.00	6.90	3.20	14.50	2.10
	12.00	1.60	9.00	3.20	17.80	1.80
	16.00	1.60	16.00	1.50	20.00	1.50
	23.00	1.00	23.00	1.00	28.00	0.78
	40.00	1.00	40.00	1.00	40.00	0.78

## Ввод исходных данных

1. Создать на жестком диске рабочий каталог (например, E:\PROJECTS\DPIPE\_WORK\SAMPLE). Запустить программу DDE и сохранить "пустую" модель в рабочем каталоге с подходящим именем (например, "RA\_SAMPLE.DP5").
2. Дать наименование расчетной модели, которое будет отображаться в виде заголовка в распечатках (меню "Сервис\Опции\Контрольные параметры"):




3. Определить тип материала для трубопровода и задать его физико-механические свойства (выбрать из базы данных (  ), либо ввести вручную). Меню "Основные данные\Материалы, или кнопка 

Материалы. Нормы расчёта: PNAE

Имя	Кривая уст.	Плотность	М <sub>u</sub>	M	N
1 ST20	CS	7.8	0.3	0	

T	E	T	A	T	S <sub>u</sub>	S <sub>y</sub>
1 20	200000	1 20	1.15E-005	1 20	402	216
2 50	197000	2 50	1.15E-005	2 50	392	206
3 100	195000	3 100	1.19E-005	3 100	392	206
4 150	192000	4 150	1.22E-005	4 150	392	206

4. Определить сечения трубопровода и номенклатуру используемых отводов. Меню "Основные данные\Сечения Труб" или кнопка :


Сечения труб. Нормы расчёта: PNAE

Метка	Диаметр	Толщ. стенки	Вес трубы	C	Материал	FW1	FW2	Fi s
1 465x16	465	16	1.88	0.8	ST20	1	1	
2 465x26	465	26	2.74286	1.3	ST20	1	1	
3 273x13	273	13	0.812235	0.65	ST20	1	1	

Стд. отвод	Метка	Радиус	Овальность	S <sub>min</sub>	Сечение
1	R650	650	7	12.5	465x16

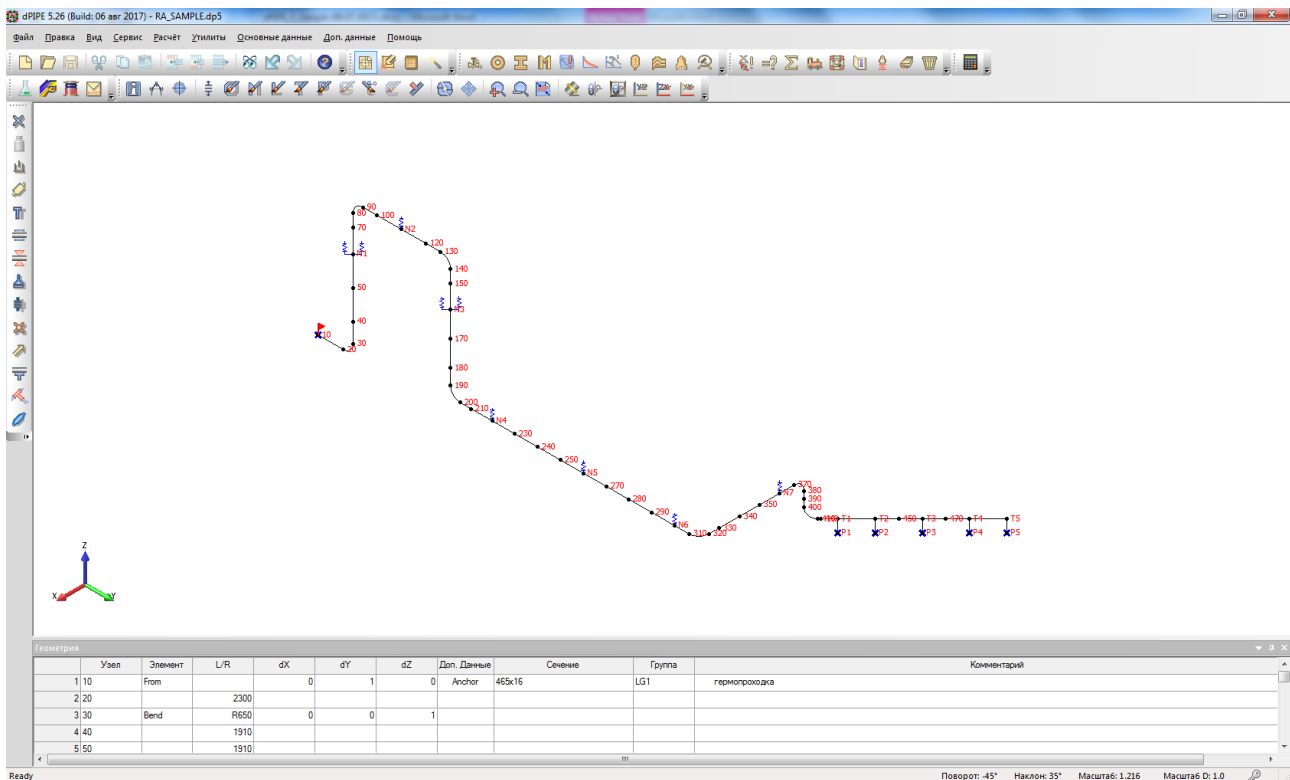
Отводы / Тройники

5. Задать режимы работы трубопровода (меню "Основные данные \Режимы работы" или кнопка ):

Режимы работы

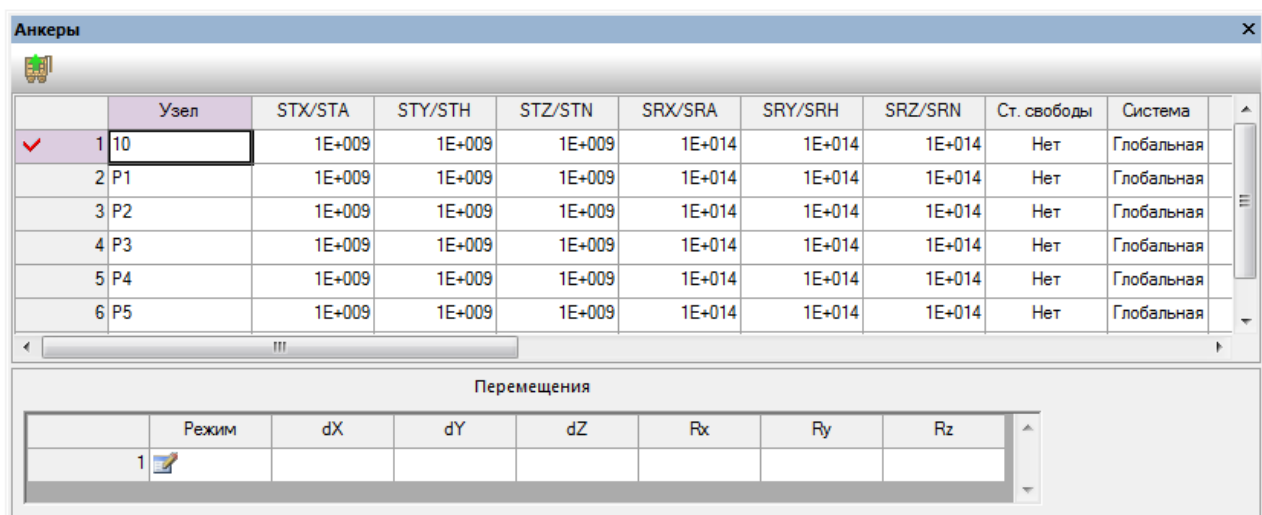
Имя	Метка	P	T	CSG	INS
1 NOL	1 LG1	4.5	271	0	1
	2				


6. Задать геометрию трубопровода, месторасположение, типы и характеристики опор:

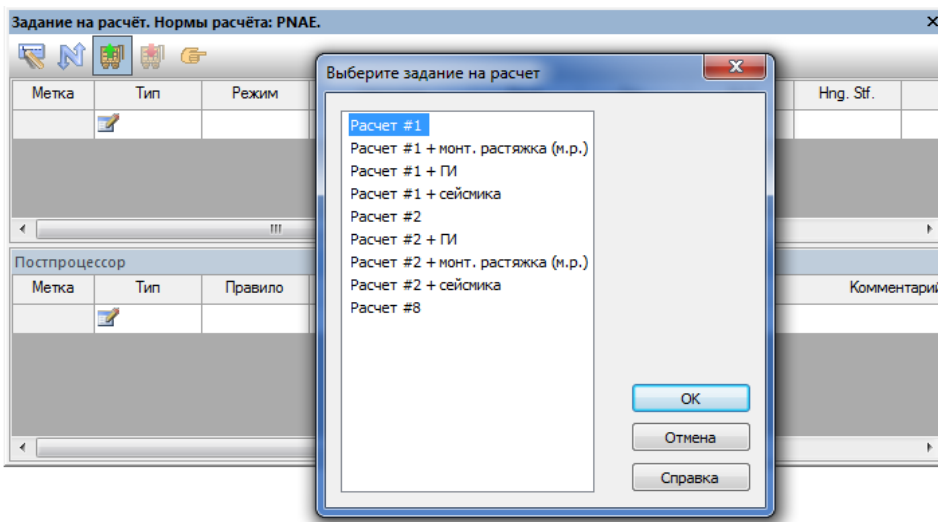




***В процессе ввода геометрии рекомендуется периодически сохранять файл исходных данных на жестком диске!!!.***

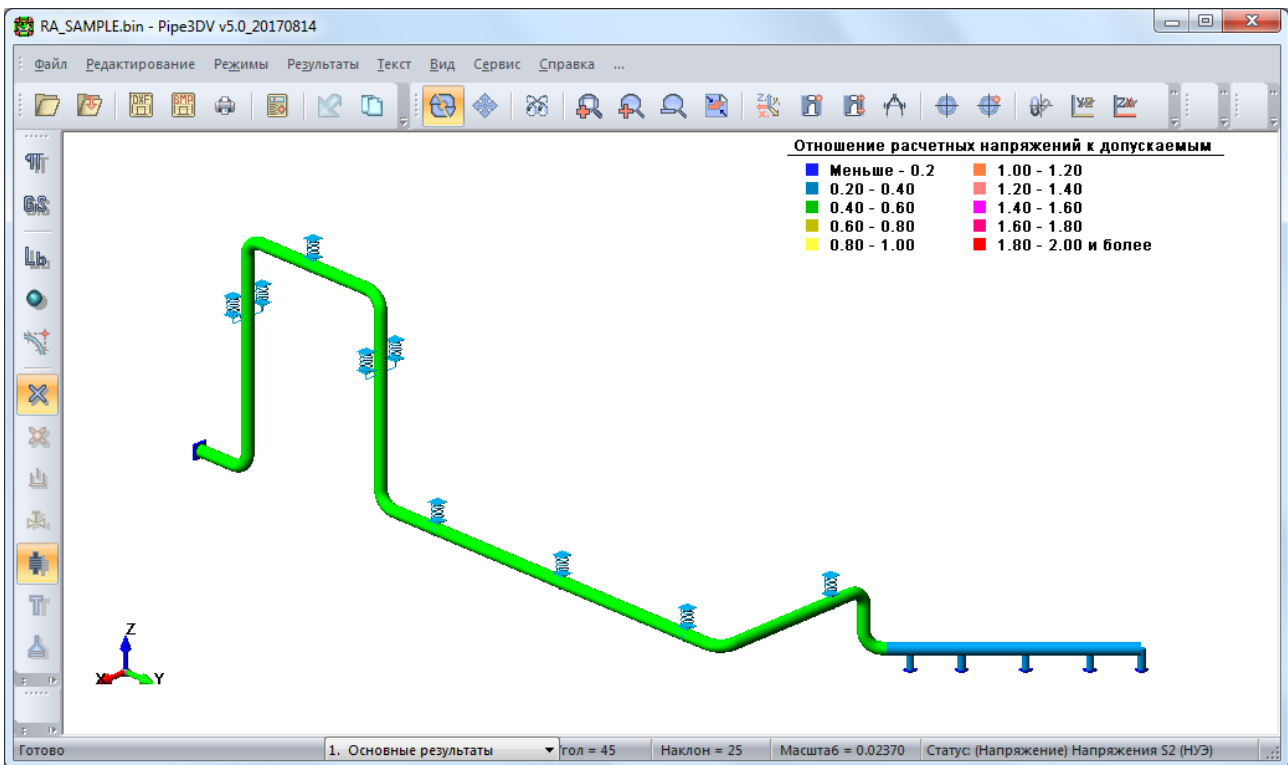
7. Задать температурные смещения присоединяемого оборудования (анкеры, моделирующие присоединение к ПГ). Меню "Доп. данные\Анкеры"):



8. Определить задание на расчет и постпроцессорную обработку результатов для выбора пружин упругих опор (меню "Сервис\Опции\Задания или кнопка ). В возникшем диалоге из контекстного меню (вызов контекстного меню осуществляется нажатием правой кнопки мыши) следует выбрать пункт "загрузить" и затем выбрать расчет #1:



9. Выполнить расчет ("Пакетный режим", кнопка - ) и посмотреть результаты расчетов (PIPE3DV, кнопка - ):



Напряжения категории  $\sigma_2$ .





# Посмотреть результаты по выбору пружин упругих опор ("Нагрузки на опоры", кнопка ):

Программа для расчета трубопроводов dPIPE

Версия: 5. 2. 6 (Build: 06 авг 2017)  
 Дата: 18. 8.2017  
 Организация: ООО "ЦКТИ-Вибросейсм"

## СВОДНЫЕ ТАБЛИЦЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТА

Нормы расчета на прочность: ПНАЭ (1989)  
 Модель: Расчет главного паропровода ВВЭР-440 (Пример)  
 Расчет: Расчет с определением раб. нагрузок, выбором пружин и сейсмикой (#1)

>>> Характеристики пружинных опор и подвесок (для монтажа). Стандарт ОСТ 108.764.01-80

N опоры (узел)	NC	Структ. цепи	высоты пружин				общая нагр. на опору			видимые перемещения ALPNA			
			H_св.	H_раб.	H_хол.	H_1э	P_раб.	P_хол.	P_сейс.	DX	DY	DZ	
N1	2	1*18	369	277	258	257	21.41	25.88	0.99	4	-1	19	0.1
N2	1	1*06+ 1*18	201 369	165 298	157 280	154 275	8.31	10.37	1.67	15	5	26	0.9
N3	2	1*06	201	160	148	133	19.21	24.62	17.16	26	8	12	0.8
N4	1	1*06	201	154	160	145	10.88	9.57	8.48	40	5	-6	2.8
N5	1	1*07	226	181	183	169	12.69	12.13	9.92	67	24	-2	5.9
N6	1	1*07	226	178	173	162	13.55	14.93	10.06	91	44	5	8.6
N7	1	1*19	414	319	305	302	13.40	15.37	1.18	78	51	14	8.1

Примечания:

- NC - число цепей
- H\_св. - высота пружины в свободном состоянии, мм
- H\_раб. - высота пружины в рабочем состоянии, мм
- H\_хол. - высота пружины в холодном состоянии, мм
- H\_1э - высота пружины при одноэтапной затяжке, мм
- P\_раб. - нагрузка на опору в рабочем состоянии, кН
- P\_хол. - нагрузка на опору в холодном состоянии (без среды), кН
- P\_сейс. - сейсмическая нагрузка на опору, кН
- DX, DY, DZ - видимые перемещения между холодным и рабочим состоянием, мм
- ALPNA - угол отклонения тяги подвески от вертикали, град


>>> Сводная таблица нагрузок на пружинные опоры и подвески (все этапы расчета)

N опоры (узел)	пружина	P_пр.	P_раб.	FS	var	DX	DY	DZ	ALPNA	расчет
N1	06/Z2	21.45	21.41 25.88	1.5 1.3 !	0 21	2 -1	-7 -6	20 1	0.2 0.2	LS009 LS010
N2	06/Z3	8.35	8.31 10.37	2.0 1.6	0 24	12 -3	-5 -10	34 8	0.7 0.6	LS009 LS010
N3	06/Z1	19.33	19.21 24.62	1.7 1.3	1 27	24 -2	3 -6	27 15	0.7 0.2	LS009 LS010
N4	06/Z1	10.85	10.88 9.57	1.5 1.7	0 12	40 1	5 0	10 15	2.8 0.1	LS009 LS010
N5	07/Z1	12.65	12.69 12.13	1.5 1.6	0 4	67 -1	24 0	12 14	5.8 0.1	LS009 LS010
N6	07/Z1	13.74	13.55 14.93	1.5 1.3	1 9	89 -2	44 0	16 11	8.5 0.1	LS009 LS010
N7	07/Z2	13.46	13.40 15.37	1.5 1.3 !	0 14	76 -2	52 0	16 2	8.0 0.2	LS009 LS010

Примечания:

- P\_пр. - проектная нагрузка, кН
- P\_раб. - нагрузка для расчетного режима, кН
- FS - запас по нагрузке
- var - изменяемость, %
- DX, DY, DZ - перемещения для расчетного состояния
- ALPNA - угол отклонения тяги подвески от вертикали, град

- LS009 - Нагрузки в раб. состоянии
- LS010 - Нагрузки в хол. состоянии


10. Если результаты расчета удовлетворительны, то для выполнения расчета на сейсмостойкость нужно ввести поэтажные спектры для различных групп опор (меню "Основные данные \Спектры ответа", кнопка ):

**Спектры ответа**

	Имя	Способ инт.	Mult(1)	Mult(2)	Mult(3)	Disp(1)	Disp(2)	Disp(3)
✓	1 SG	Lin-Lin	1	1	1	33	34	2
	2 RB	Lin-Lin	1	1	1	0	0	0

	Fx	Ax	Fy	Ay	Fz	Az
1	0.2	0.06	0.2	0.06	0.2	0.06
2	2	1	2.56	1.37	2.5	0.88
3	3.08	1.3	4.17	1.38	4	1.11
4	4.6	2.5	6.22	2.57	8	1.1
5	6.54	2.5	8.27	2.58	10	1.1
6	11.67	1	11.67	1.21	12	1.13
7	17	1	14.36	1.21	13	1.21

Если спектры находятся в отдельных файлах, то их можно загрузить, нажав на кнопку ().

11. Для всех опор модели следует определить соответствующую сейсмическую группу (меню "Доп. данные\Анкеры" и "Доп. данные\Пружинные подвески"):


**Анкеры**


	Узел	STX/STA	STY/STH	STZ/STN	SRX/SRA	SRY/SRH	SRZ/SRN	Ст. свободы	Система	F'	Theta'	Элемент	Группа
✓	1 10	1E+009	1E+009	1E+009	1E+014	1E+014	1E+014	Нет	Глобальная			Pipe (10->20)	RB
	2 P1	1E+009	1E+009	1E+009	1E+014	1E+014	1E+014	Нет	Глобальная			Pipe (T1->P1)	SG
	3 P2	1E+009	1E+009	1E+009	1E+014	1E+014	1E+014	Нет	Глобальная			Pipe (T2->P2)	SG
	4 P3	1E+009	1E+009	1E+009	1E+014	1E+014	1E+014	Нет	Глобальная			Pipe (T3->P3)	SG
	5 P4	1E+009	1E+009	1E+009	1E+014	1E+014	1E+014	Нет	Глобальная			Pipe (T4->P4)	SG
	6 P5	1E+009	1E+009	1E+009	1E+014	1E+014	1E+014	Нет	Глобальная			Pipe (T5->P5)	SG

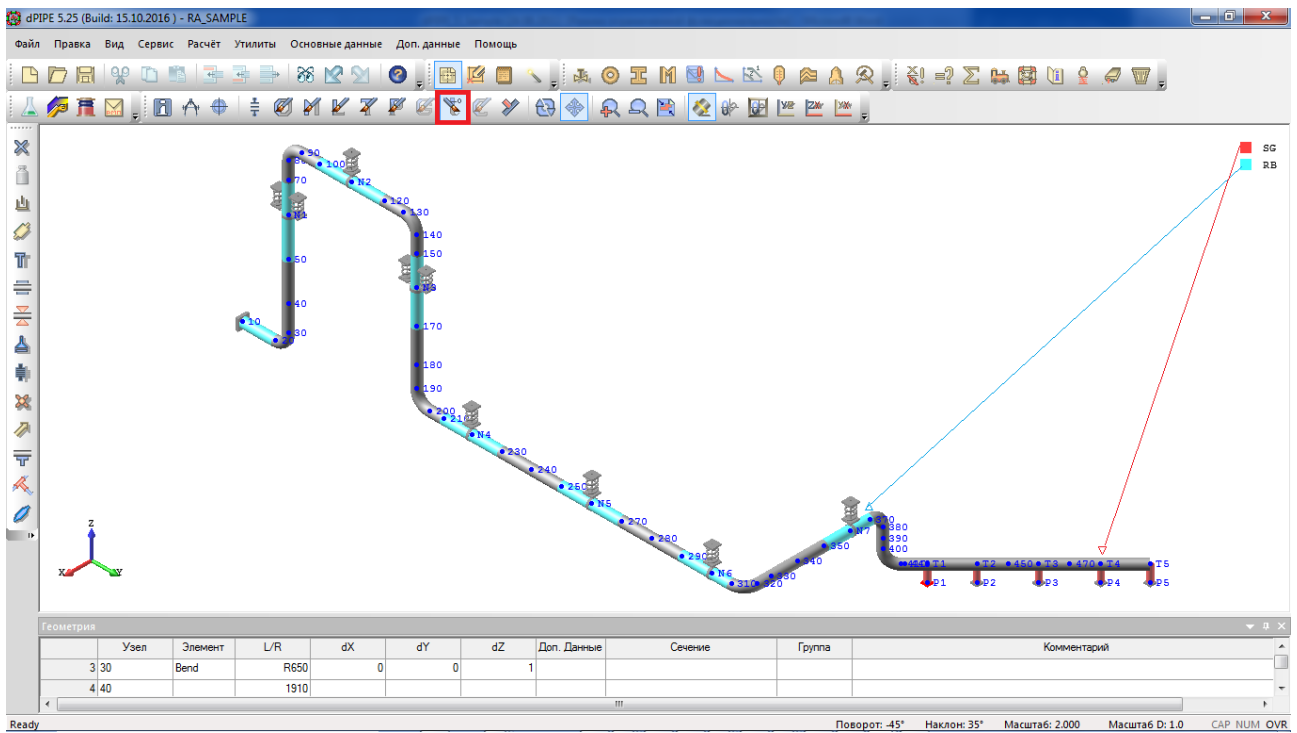
  

Перемещения

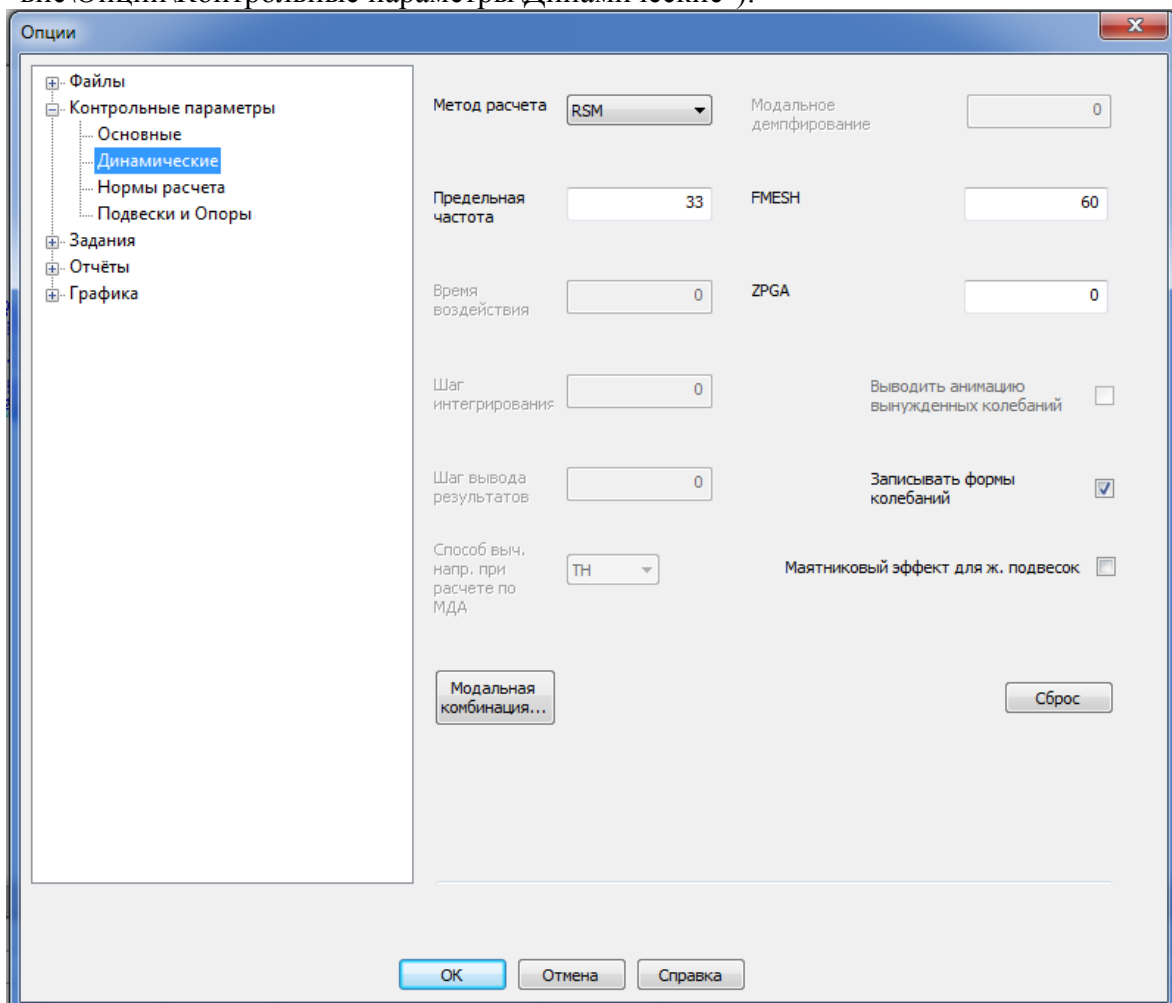
	Режим	dX	dY	dZ	Rx	Ry	Rz
1							

Эту же операцию можно выполнить через интерфейс таблицы, воспользовавшись пунктом меню "Сервис\Определить сейсмические группы опор" ().

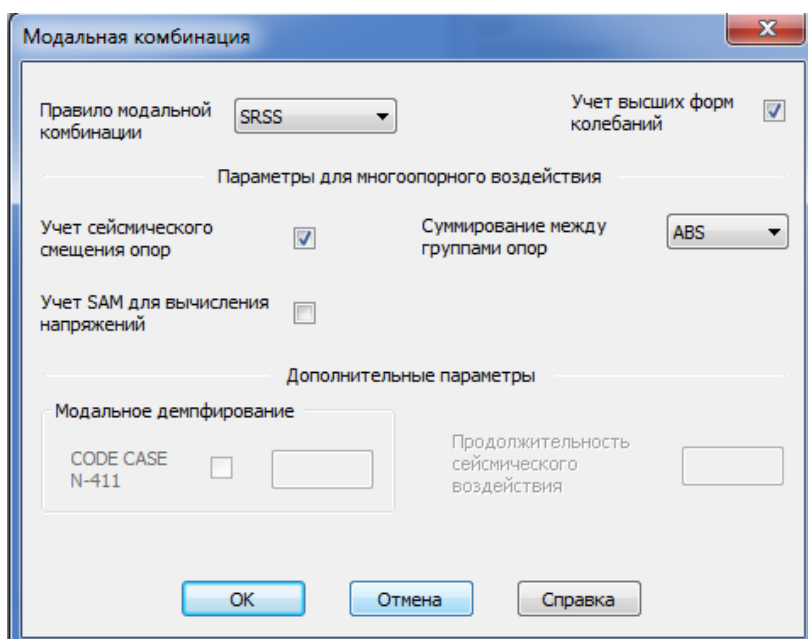
12. Проконтролировать правильность назначения сейсмических групп для той или иной опоры можно, нажав на кнопку  на панели инструментов.




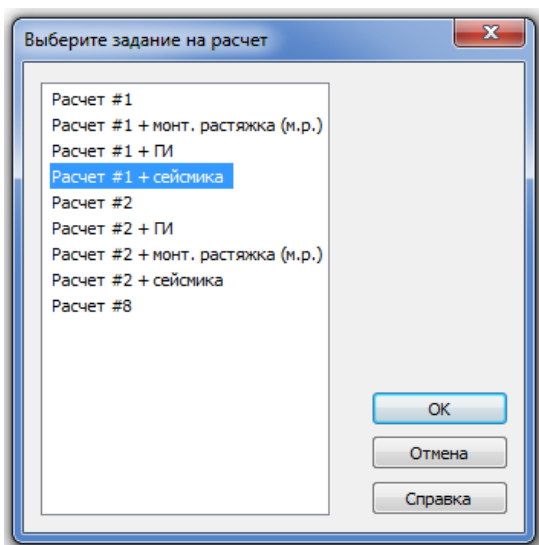
13. Определить метод расчета для динамического анализа (DYN) как линейно-спектральный метод (RSM), предельную частоту FMAX как 33 Гц, а параметр для автоматической разбивки КЭ модели FMESH как 60 Гц (меню "Сервис\Опции\Контрольные параметры\Динамические"):



14. В диалоге "модальная комбинация..." выставить галочки на "учет высших форм колебаний" и "учет сейсмического смещения опор":



15. Загрузить задание на расчет, включающий сеймику (меню "Сервис\Опции\Задания или кнопка ):



16. Для выполнения расчета и просмотра результатов следует повторить действия, описанные в п. 9.