

## “Семейство” программных комплексов АСТРА-НОВА 2021™

для автоматизированных расчетов трубопроводных систем по выбору основных размеров, на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, вибропрочность и динамические процессы в соответствии с российскими нормативными требованиями

### Общее описание

- АСТРА-АЭС™** (аттестационный паспорт Ростехнадзора №292 от 14.04.2011, рег. №614 от 16.09.2009) – ПНАЭ Г-7-002–86. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. МТ-Т.0.03.326-13. Методика расчетного анализа сейсмостойкости элементов действующих АЭС в рамках метода граничной сейсмостойкости
 
- АСТРА-ТЭС™** (сертификат соответствия № RA.RU.АБ86.Н01185 от 06.08.2019) – РД 10-249–98. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды
 
- АСТРА-НЕФТЕХИМ™** (сертификат соответствия № RA.RU.АБ86.Н01185 от 06.08.2019) – РТМ 38.001–94. Указания по расчету на прочность и вибрацию технологических стальных трубопроводов, ГОСТ 32388-2013 Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия
 
- АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ™** (сертификат соответствия № RA.RU.АБ86.Н01185 от 06.08.2019) – РД 10-400–01. Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей, ГОСТ Р 55956-2013 Сети тепловые. Нормы и методы расчета на прочность и сейсмические воздействия
 
- АСТРА-МАГИСТР™** (сертификат соответствия № RA.RU.АБ86.Н01185 от 06.08.2019) – СНиП 2.05.06–85. Магистральные трубопроводы, СП 36.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 2.05.06–85\*) Магистральные трубопроводы ГОСТ Р 55989-2014 Магистральные газопроводы. ГОСТ Р 55990-2014 Промысловые трубопроводы
 
- АСТРА-СВД™** (сертификат соответствия № RA.RU.АБ86.Н01185 от 06.08.2019) – РТМ 26-01-44-78. Детали трубопроводов на давление свыше 10 до 100 МПа. ГОСТ Р 55600-2013. Трубы и детали трубопроводов на давление свыше 100 до 320 МПа. Нормы и методы расчета на прочность
 
- АСТРА-СУДПРОМ™** (сертификат соответствия № RA.RU.АБ86.Н01185 от 06.08.2019) – РД5Р.4322-86. Трубопроводы судовые. Методика расчетов на статическую и малоцикловую прочность. РД5Р.5137-73. Фланцевые соединения судовых трубопроводов и систем. Методика и нормы расчета на прочность и плотность
 
- АСТРА-СТАДИО™** (аттестационный паспорт Ростехнадзора №292 от 14.04.2011, рег. №614 от 16.09.2009) – уточненный расчет температурного поля, НДС и прочности деталей трубопроводов: тройников, отводов, переходов, линзовых компенсаторов и др. (оболочечные и трехмерные упругие и упругопластические схемы МКЭ)
 

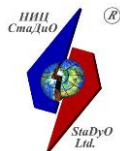


# АСТРА 2021 НОВА



202011-р1

[www.stadyo.ru](http://www.stadyo.ru)



**Научно-исследовательский центр СтаДиО**

Инв.№ \_\_\_\_\_

**“Утверждаю”**  
Генеральный директор НИЦ СтаДиО

\_\_\_\_\_ **А.М.Белостоцкий**  
“ ” \_\_\_\_\_ 2021 г.

**“Семейство” программных комплексов АСТРА-НОВА’2021™**  
(релиз 202011)

**Автоматизированные расчеты трубопроводных систем  
по выбору основных размеров, на статическую и циклическую прочность,  
на сейсмические воздействия, вибропрочность и динамические процессы  
в соответствии с российскими нормативными требованиями**

**Сеанс работы с комплексом**

Руководитель разработки  
член-корр. РААСН, докт.техн.наук, профессор **А.М.Белостоцкий**

Ответственные исполнители  
**Г.А. Воронова**  
**А.Л. Потапенко**  
**А.А. Аул**  
**К.И. Островский**  
**И В. Кушнаренко**  
**О.Ю. Клепец**

*СТАДИО, АСТРА-НОВА, АСТРА-АЭС, АСТРА-ТЭС, АСТРА-НЕФТЕХИМ, АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ, АСТРА-МАГИСТР, АСТРА-СВД, АСТРА-СУДПРОМ, АСТРА-ДЕТАЛЬ, АСТРА-СТАЦ, АСТРА-ФОРМ, АСТРА-СЕЙСМ, АСТРА-ВИБР, АСТРА-ДИН, АСТРА-СТАДИО, ПРЕ-АСТРА, ПОСТ-АСТРА, АСТРА-САПР* являются зарегистрированными в России и др. странах СНГ торговыми марками ЗАО “Научно-исследовательский центр СтаДиО” (НИЦ СтаДиО).

IBM является зарегистрированной торговой маркой корпорации International Business Machines. Windows, Word, Visual C++ являются зарегистрированными торговыми марками Microsoft Corporation. AutoCAD является зарегистрированной торговой маркой Autodesk, Inc., CADWorx/PIPE – зарегистрированной торговой маркой COADE, NetWare – зарегистрированной торговой маркой Novell, Inc, Visual Fortran 6.6 – зарегистрированной торговой маркой корпорации COMPAQ, Intel Fortran 11 – зарегистрированной торговой маркой корпорации Intel.. Другие названия фабричных марок или продуктов являются зарегистрированными торговыми марками соответствующих компаний.

**“Семейство” программных комплексов *АСТРА-НОВА’2021* (релиз 202011). Автоматизированные расчеты трубопроводных систем по выбору основных размеров, на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, вибропрочность и динамические процессы в соответствии с российскими нормативными требованиями. Общее описание.**

Настоящий документ содержит общее описание методических и нормативных основ, алгоритмов и программ комплекса *АСТРА-НОВА’2021* (Windows-версия для IBM-совместимых компьютеров), предназначенного для автоматизированного расчета произвольных пространственных разветвленных трубопроводных систем на статическую и циклическую прочность (программа *АСТРА-СТАЦ*), на сейсмические воздействия (*АСТРА-СЕЙСМ*), на вибропрочность (*АСТРА-ВИБР*) и неустановившиеся динамические процессы (*АСТРА-ДИН*), для уточненных расчетов деталей по оболочечным и трехмерным схемам МКЭ (*АСТРА-СТАДИО*), а также для «предварительного» расчёта по выбору основных размеров (*АСТРА-ДЕТАЛЬ*) в соответствии с требованиями действующих Норм ПНАЭ Г-7-002-86 (*АСТРА-АЭС*), РД 10-249-98 (*АСТРА-ТЭС*), РТМ 38.001-94, ГОСТ Р 32388-2013 (*АСТРА-НЕФТЕХИМ*), РД 10-400-01, ГОСТ Р 55596-2013 (*АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ*), СНиП 2.05.06-85, СП 36.13330.2012, ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014 (*АСТРА-МАГИСТР*) и ГОСТ Р 55600-2013, РД РТМ 26-01-44-78 (*АСТРА-СВД*), РДСР 4322-86 (*АСТРА-СУДПРОМ*). Приведено описание сеанса работ с комплексом *АСТРА-НОВА’2021*, включая режимы препроцессорной подготовки исходных данных (*ПРЕ-АСТРА*), проведения расчетов и постпроцессорной обработки результатов расчетов (*ПОСТ-АСТРА*), процедуры инсталляции комплекса и сводки диагностических сообщений.



## Аннотация

В настоящем документе содержится описание сеанса работы с комплексом ***АСТРА-НОВА'2021*** (для ПЭВМ IBM-совместимых), включая режимы препроцессорной подготовки исходных данных (ПРЕ-АСТРА), расчёта по выбору основных размеров (АСТРА-ДЕТАЛЬ), проведения серии “прочностных” расчетов (АСТРА-СТАЦ, АСТРА-ФОРМ, АСТРА-СЕЙСМ, АСТРА-ВИБР и АСТРА-ДИН) и постпроцессорной обработки результатов расчетов (ПОСТ-АСТРА) пространственных разветвленных и протяженных трубопроводных систем. Сеанс работы с модулем уточненного трехмерного конечноэлементного расчета деталей трубопроводов (АСТРА-СТАДИО) изложен в отдельном документе.

Документ представляет собой “твердый” бумажный вариант контекстного Help`а, подключенного к комплексу.



## Содержание

Аннотация .....	5
Содержание .....	7
Общие положения .....	14
Обращение к комплексу.....	18
Расчетная модель трубопровода.....	19
Сценарий создания расчетной модели.....	22
Работа с графическим интерфейсом .....	24
Контекстное меню .....	29
Работа с текстовыми документами .....	31
Основные сведения о вводе данных расчетной модели. Панель ввода .....	32
Визуализация результатов. Основные сведения .....	36
Сводные таблицы. Основные сведения .....	46
Меню Файл .....	52
Новый .....	54
Открыть .....	54
Открыть проект.....	55
Сохранить проект .....	56
Сохранить проект как.....	56
Сохранить .....	56
Сохранить как... ..	56
Импорт.....	56
Импорт из группы файлов .....	57
Экспорт.....	58
Настройки.....	58
Редактирование БД.....	66
Редактирование БД по материалам... ..	66
Настройка рабочего места .....	66
Обновление ключа.....	67
Системный калькулятор.....	68
Настройка принтера .....	68
Параметры страницы.....	69
Предварительный просмотр .....	70
Печать .....	71
Загрузка последнего открытого проекта .....	71
Выход.....	71
Меню Данные .....	73
Общие данные.....	75
Закладка Общие данные .....	75
Закладка О проекте.....	78
Закладка Параметры.....	79
Закладка Сейсмика .....	82
Закладка Динамические расчёты .....	82
Автоматическая вставка сечений... ..	84
Удалить автоматически вставленные сечения .....	85
Автоматическая расстановка масс... ..	85

Удаление масс на выделенных участках .....	87
Материалы .....	87
Сейсмические воздействия .....	90
Спектр ответов (проекции) .....	91
Спектр ответов (модуль) .....	97
Спектр ответов (проекции) из БД .....	99
Спектр (проекции) из акселерограммы .....	100
Спектр (модуль) из акселерограммы .....	102
Ответная акселерограмма (проекции) .....	105
Ответная акселерограмма (модуль) .....	108
Ответная акселерограмма (проекции) из БД .....	110
Спектр ответов по СНиП II-7-81* .....	111
Спектр ответов по СП 14 13330.2011 .....	112
Спектр ответов по НП-031-01 .....	113
Огибающая спектров .....	113
Копировать .....	113
Вибрационные воздействия .....	114
Динамические воздействия .....	116
Динамическое давление .....	117
Сосредоточенные силы (проекции) .....	119
Сосредоточенные силы (модуль) .....	122
Температурные истории .....	124
Грунты .....	127
Учет матричных суперэлементов .....	129
Формирование матричных суперэлементов .....	130
Проверка данных .....	132
Измерение .....	133
Измерение расстояния .....	133
Вес выделенных деталей .....	134
Исходные данные (таблица) .....	135
Визуализация исходных данных .....	135
Меню Редактор .....	136
Отменить .....	139
Повторить .....	139
Поиск участка .....	139
Поиск по маркеру .....	140
Выбор деталей .....	140
Выбор участков .....	141
Выбор сечений .....	142
Редактирование элементов .....	143
Расширенный выбор .....	145
Выделить всё .....	145
Инвертировать выделенное .....	145
Отменить выбор .....	145
Добавить участок .....	146
Удалить участок .....	146
Изменить направление участка .....	147
Отразить выделенные участки .....	147

Переместить выделенные участки .....	147
Повернуть выделенные участки .....	148
Вставить узел .....	148
Удалить узел .....	148
Изменить номер узла .....	148
Сделать узел внутренним .....	148
Вставить узел в пересечение .....	149
Копировать фрагмент (экспорт проектов) .....	150
Вставить фрагмент (импорт проектов) .....	151
Отметить идентичные элементы .....	153
Отметить все элементы того же типа .....	153
Копировать свойства .....	153
Вставить деталь .....	154
Отвод .....	155
Тройник .....	158
Врезать арматуру .....	164
Удалить деталь .....	165
Разделить деталь .....	165
Изменение длины детали .....	166
Вставить опору .....	166
Удалить опору .....	166
Добавить смещение .....	166
Удалить сечение .....	167
Переместить сечение .....	167
Добавить дополнительные смещения .....	168
Удалить незадействованные смещения .....	168
Фрагментация / Выбор .....	168
Показать все элементы .....	171
Инвертировать фрагментацию .....	171
Скрыть выделенные элементы .....	171
Показать только выделенные элементы .....	171
Компоненты .....	171
Панель ввода .....	173
Панель ввода. Закладка Геометрия .....	173
Панель ввода. Закладка Сечение .....	176
Мёртвая опора .....	178
Неподвижная опора .....	179
Опора скольжения / качения .....	180
Направляющая опора .....	181
Жесткая подвеска .....	183
Пружинная подвеска .....	184
Пружинная опора .....	186
Опора общего вида .....	188
Нестандартная опора .....	192
Амортизатор .....	194
Демпфер .....	195
Фланец .....	196
Дополнительные напряжения .....	205

Монтажный натяг .....	205
Сосредоточенные нагрузки .....	206
Сосредоточенные массы и массовые моменты инерции .....	206
Динамические степени свободы .....	207
Вибровоздействие .....	208
Виброизмерение .....	209
Динамическое воздействие .....	211
Вывод усилий в сейсмике .....	211
Панель ввода. Закладка Детали .....	213
Труба.....	215
Отвод .....	223
Переход .....	225
Компенсатор (линзовый/сильфонный) .....	227
Арматура .....	231
Некольцевое сечение.....	232
Жесткий элемент .....	234
Панель ввода. Общие данные деталей .....	236
Материал .....	236
Циклика .....	249
Нагрузка .....	252
Условия работы .....	253
Изоляция .....	253
Коэффициенты.....	254
Бесканальная прокладка в грунте .....	263
Панель ввода. Закладка Узел .....	265
Тройник .....	265
Врезка трубы в трубу .....	266
Жесткости штуцера оборудования .....	268
Днище/Крышка.....	271
Меню Расчет .....	272
Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ).....	273
Статическая и циклическая прочность (СТАЦ) .....	277
Собственные частоты и формы колебаний (ФОРМ) .....	284
Сейсмические воздействия (СЕЙСМ).....	290
Вибрационная прочность (ВИБР) .....	301
Динамические воздействия (ДИН).....	307
МКЭ расчет элементов (АСТРА-СТАДИО) .....	312
Меню Результаты .....	315
Визуализация перемещений .....	317
Визуализация собственных форм колебаний .....	322
Анимация собственных форм колебаний .....	324
Визуализация усилий .....	326
Визуализация напряжений.....	330
Визуализация напряжений по толщине .....	337
Визуализация напряжений в изоляции .....	340
Визуализация нагрузок на опоры/оборудование .....	342
Визуализация результатов по пружинам (СТАЦ) .....	347
Визуализация параметров сейсмостойкости (МГС).....	347

Оценка прочности и плотности фланцевых соединений .....	348
Проверка продольной устойчивости .....	349
Оценка вибропрочности .....	350
Файлы исходных данных .....	350
Файл исходных данных <i>СТАЦ</i> .....	350
Файл исходных данных <i>ФОРМ</i> .....	351
Превышения критериев .....	354
Графики результатов .....	355
Протоколы .....	357
Экспорт результатов .....	362
Сводные таблицы ( <i>ДЕТАЛЬ</i> ) .....	364
Выбор прямых труб .....	364
Выбор отводов .....	366
Выбор переходов .....	367
Выбор тройников .....	369
Сводные таблицы ( <i>СТАЦ</i> ) .....	371
Исходные данные .....	371
Максимальные перемещения .....	379
Перемещения по этапам .....	380
Взаимные перемещения торцов компенсаторов .....	382
Характеристики пружинных подвесок .....	384
Характеристики пружинных опор .....	388
Нагрузки на опорные конструкции .....	388
Нагрузки на жесткие подвески .....	389
Нагрузки на оборудование и конструкции .....	390
Нагрузки на патрубки арматуры .....	391
Усилия по этапам .....	392
Максимальные напряжения по системе (в прямых трубах, отводах, тройниках) .....	393
Максимальные напряжения по сортаментам (прямых труб, отводов, тройников) .....	394
Напряжения в компенсаторах .....	396
Напряжения в сечениях .....	397
Напряжения в тройниках .....	398
Напряжения в переходах .....	400
Герметичность фланцев .....	401
Прочность и плотность фланцев .....	401
Сводные таблицы ( <i>ФОРМ</i> ) .....	404
Сводные таблицы ( <i>СЕЙСМ</i> ) .....	407
Оценка сейсмостойкости МГС в сечениях .....	409
Оценка сейсмостойкости МГС в тройниках .....	410
Нагрузки на амортизаторы .....	410
Ускорения .....	411
Сводные таблицы ( <i>ВИБР</i> ) .....	413
Сводные таблицы ( <i>ДИН</i> ) .....	416
Сводные таблицы пользователя .....	418
Нагрузки на неподвижные опоры трубопроводов и оборудование .....	418

Нагрузки на скользящие опоры и жесткие подвески и перемещения в них .....	421
Нагрузки и перемещения в пружинных подвесках и опорах .....	424
Нагрузки и перемещения в подвесках со спецпружинами .....	426
Нагрузки на патрубки арматуры .....	428
Меню Вид .....	430
Откат для видов .....	433
Видеть все .....	433
Виды .....	433
Показать узел .....	434
Нумерация .....	434
Рендер .....	435
Копировать изображение в буфер .....	437
Анимировать .....	438
Запись в AVI-файл .....	439
Масштабировать элементы .....	440
Показывать сечения .....	440
Показывать промежуточные сечения .....	440
Показывать точку излома .....	441
Отображать размеры .....	441
Масштаб .....	441
Автомасштабирование перемещений .....	441
Показывать исходный трубопровод .....	441
Перемещения в ЛСК .....	442
Показывать угловые перемещения .....	442
Относительные напряжения/факторы .....	442
Показ min/max .....	443
Отрыв от опор .....	443
Размер эпюр .....	443
Размер масс .....	443
Анимация с массами .....	443
Скорость анимации .....	443
Показать все значения .....	444
Очистка значений .....	444
Таблица цветов .....	444
Два цвета .....	444
Три цвета .....	444
Много цветов .....	445
Настройка таблицы цветов .....	445
Панели инструментов .....	446
Настройка панелей инструментов .....	447
Редактор .....	450
Стандартная .....	450
Навигация .....	451
Визуализация .....	453
Вид .....	453
Стандартные виды .....	454
Нумерация .....	454



Окна .....	454
Постпроцессор .....	455
Элементы .....	455
Меню Окно .....	457
Меню Помощь (?) .....	458
Базы данных .....	460
База данных по материалам .....	460
База данных по трубам .....	466
База данных по арматуре .....	468
База данных по компенсаторам .....	470
База данных по переходам .....	473
База данных по отводам .....	477
База данных по тройникам .....	481
База данных по фланцам .....	484
База данных по опорам .....	486
База данных по опорам скольжения / качения .....	487
База данных по пружинным подвескам .....	489
База данных по пружинным опорам .....	494
База данных по жестким подвескам .....	495
База данных по грунтам .....	498
База данных по спектрам ответа .....	499
База данных по ответным акселерограммам .....	501
Редактирование БД по материалам .....	503
Редактирование БД .....	503
Выбор деталей из БД .....	508
Литература .....	510
Приложение. Основные условные обозначения и сокращения .....	519

## Общие положения

Сеанс работы с полным комплексом *АСТРА-НОВА’2021* состоит, в общем случае, из:

1) построения, визуализации и корректировки рациональной расчетной модели трубопроводной системы (ТС) с возможностью использования файлов, созданных для предыдущих версий комплекса и других расчетных и САПР’овских программ (*ПРЕ-АСТРА*);

2) выполнения требуемого вида расчета: выбора основных размеров деталей трубопровода (*АСТРА-ДЕТАЛЬ*) заданного подvida на статическую и циклическую прочность (*АСТРА-СТАЦ*), вычисления собственных частот и форм колебаний (*АСТРА-ФОРМ*), расчета на сейсмические воздействия (*АСТРА-СЕЙСМ*), расчета на вибропрочность (*АСТРА-ВИБР*), расчета на неустановившиеся динамические процессы (*АСТРА-ДИН*);

3) обработки результатов расчета, включая выдачу сводных и/или выборочных таблиц, визуализацию и анимацию перемещений, напряжений, усилий, нагрузок, собственных форм колебаний и вынужденных колебаний ТС (*ПОСТ-АСТРА*);

4) уточненного расчета (методом конечных элементов по оболочечным и трехмерным схемам) пространственного температурного поля, статического и сейсмического напряженно-деформированного состояния, статической, циклической и сейсмической прочности тяжело нагруженных деталей трубопровода (*АСТРА-СТАДИО*);

5) формирования матричных статических (статическая конденсация Гайана) и (или) динамических (процедура Крейга-Бемптона) суперэлементов на базе пространственно-стержневой модели ТС (*АСТРА-СТАЦ*, *АСТРА-ФОРМ*) или оболочечно/объемной модели детали (*АСТРА-СТАДИО*) для их дальнейшего эффективного использования разработчиком или смежниками.

Во время сеанса работы поддерживаются соглашения, принятые в среде Windows: открытие и закрытие файлов (проектов), работа с графическими окнами, падающими, всплывающими и контекстными меню, буфером обмена, поиск, выделение и копирование информации и т.д. Буфер обмена можно использовать, например, при формировании текстовых и графических материалов для отчетных документов.

## Препроцессор

**Построение расчетной модели.** Расчетная модель трубопровода строится пользователем в соответствии с положениями, изложенными в документации по программам комплекса *АСТРА-НОВА’2021*. Модель можно задать либо “с чистого листа”, либо с полным или частичным использованием данных ранее заданных моделей-прототипов.

**Использование готовых моделей.** Функции [Копировать фрагмент](#), [Вставить фрагмент](#), [копировать свойства](#) (меню *Редактор*) позволяет создать новую расчетную модель из выбранных пользователем среди имеющихся.

**Использование файлов проектов предыдущих версий комплекса.** Файл данных (\*.arg, \*.tpr, \*.npr), созданный в прежних версиях комплекса *АСТРА-НОВА* (

версии 99, 2001), открывается (пункт [Открыть](#) меню *Файл*) После открытия возможно сохранение данных в формате, принятом при работе в актуальной версии **АСТРА-НОВА'2021**. Сейсмо-, вибро- и динамические воздействия, используемые в предыдущих версиях комплекса, доступны и в настоящей версии.

**Использование dat-файлов предыдущих версий комплекса.** Файл данных, созданный при работе с прежними версиями комплекса **АСТРА-НОВА** (до версии 6.2), импортируется *Препроцессором* (пункт [Импорт](#) меню *Файл*). После импорта возможно сохранение данных в формате, принятом при работе в актуальной версии **АСТРА-НОВА'2021**. Сейсмо-, вибро- и динамические воздействия, используемые в предыдущих версиях комплекса, доступны и в настоящей версии.

**Создание новой модели.** Вначале вводятся общие данные расчетной модели (пункт [Общие данные](#) меню *Данные*). Затем, вводятся данные для каждой детали.

Введение на участках опорных конструкций, пружинных подвесок, линзовых компенсаторов, монтажного растяга и других элементов так же, как и указание точек с выводом силовых факторов в общей системе координат, расстановка масс и пр., выполняется путем задания соответствующих признаков сечений и деталей в одноимённых закладках [Панели ввода](#).

Изменение и редактирование заданных свойств элементов модели возможно как для отдельных элементов, так и для её фрагментов (см. [Фрагментация](#) меню *Редактор*).

**Ввод данных по грунтам.** Для трубопроводов, содержащих подземные участки бесканальной прокладки и/или наземные в насыпи участки необходимо задать характеристики грунтов. Для задания характеристик грунтов служит пункт *Грунты* меню *Данные*.

**Задание динамических воздействий.** Для выполнения динамических расчетов следует ввести соответствующие расчетам динамические воздействия. Для задания сейсмического, вибрационного или динамического воздействия используется пункт [Сейсмические воздействия](#), [Вибрационные воздействия](#), [Динамические воздействия](#) (соответственно) меню *Данные*.

**Проверка вводимой информации и визуализация расчетной модели.** Во время сеанса работы проводится проверка информации на допустимость вводимых значений, как во время непосредственного ввода данных, так и после формирования всей расчетной схемы с помощью пункта [Проверка данных](#) меню *Данные*. Результаты такой проверки исходных данных выводятся в окне *Сообщения*, причем, при двойном нажатии левой клавишей мыши на диагностическое сообщение можно сразу изменить значение параметра, оказавшись в поле его ввода.

Недопустимые касания, соприкосновения и/или взаимопроникновения труб отображаются контрастным цветом (обычно красным) при просмотре коллизий. Подробная информация о местаххождения коллизий выдается в виде текстового файла в окне *Сообщения* (меню [Визуализация исходных данных](#) пункт *Коллизии...*).

Возможна визуализация расчетной модели трубопровода по таким параметрам, как давление, температура, распределенная нагрузка по осям координат, характеристики материала, данным по испытаниям и дополнительных режимов, расстановка масс (пункт [Визуализация исходных данных](#) меню *Данные*).

## ***Проведение расчёта***

Если расчетная модель задана верно и в ней нет коллизий, то можно приступать к проведению нужного Вам расчета.

Для проведения расчета следует выбрать вид расчета (меню [Расчет](#)), задать параметры расчета, используя соответствующие окна задания, и выполнить расчет, нажав кнопку *Расчет*.

В случае обнаружения ошибок в исходных данных на этапе их ввода и проверки, расчёт прерывается, в окне *Ход расчёта* появляется сообщение *Ошибки при подготовке данных для расчёта*. Список ошибок представлен в окне *Сообщения*.

Во время проведения счета его можно прекратить, нажав кнопку *Отмена*. В процессе выполнения расчета в окне *Ход расчёта* выдается диагностика ошибок.

Если расчетная модель содержит ошибки, то расчет произведен не будет. Необходимо устранить выявленные ошибки и только после этого запустить задачу на расчет.

Если перед расчетом схемы в окне *Сообщения* выдаются предупреждения, проверьте правильность моделирования трубопроводной системы. Расчет схемы с предупреждениями проводится, результаты выдаются.

Протокол расчета выводится в текстовый файл (пункт *Протоколы* меню *Результаты*).

**Обратите внимание!** За особенности моделирования трубопроводной системы или за значения параметров, диагностируемые ПК АСТРА-НОВА’2021 как предупреждения, ответственность несет сам пользователь.

Таковыми особенностями могут быть, например, совпадение начального и конечного диаметра перехода, незаданная жёсткость опоры по какому-либо направлению при заданных собственных перемещениях по тому же направлению нулевые жёсткости штуцера оборудования, шаг интегрирования больше 1/6 минимального периода и пр. Иногда, значения параметров, для которых выдаются предупреждения, могут быть заданы с исследовательскими целями.

Из-за ошибок в данных или невозможности выполнения последующих этапов расчета при превышениях некоторых критериев прочности счет прекращается. Для выяснения причины срыва расчёта необходимо просмотреть протокол расчёта в окне *Ход расчёта*, либо, для получения более подробной информации о ходе расчёта следует воспользоваться пунктом [Протоколы](#), меню *Результаты*.

При завершении статического расчета с трением на этапе (этапах) по достижении максимального числа итераций, диагностика об этом выдается в окне *Ход расчёта* и выводится в протокол расчёта.

По окончании счета в окне просмотра процесса вычислений нажмите кнопку *ОК*.

**Обратите внимание!** Если расчет завершен по достижении максимального числа итераций, значит, итерационный процесс не «сошелся», и Ваша задача не решена с заданной точностью. Протокол сходимости (пункт *Протоколы* меню *Результаты*) дает возможность проанализировать процесс итераций и найти способ разрешения этой проблемы. Возможно, модель содержит далекие от оптимальных инженерные решения, например, трубопровод “качается” на двух близко расположенных опорах.

## ***Постпроцессор***

Для просмотра и визуализации результатов следует воспользоваться меню [Результаты](#). В случае превышения критериев для быстрого анализа результатов можно также просмотреть справочную информацию в окне *Сообщения* (пункт [Превышение критериев](#) меню *Результаты*). Сводные таблицы помогут проанализировать и документировать результаты (пункт *Сводные таблицы...* меню [Результаты](#)).

В *Постпроцессоре* реализован режим визуализации (для статических и динамических расчётов) и анимации (для динамических расчётов) расчетных перемещений и усилий в различных системах координат, приведенных и относительных напряжений (всех расчетных групп), повреждаемости, количества циклов, оценок дополнительных нагрузок, оценок общей и местной устойчивости, нагрузок на опорные конструкции и пружины, результатов подбора пружин, анимации и визуализации форм собственных колебаний для всех вычисленных частот. Визуализация результатов существенно облегчает анализ результатов расчета. При визуализации результатов расчета можно видеть их числовые значения, полученные при расчете, в указанных с помощью курсора мыши точках расчетной модели.

Обработка результатов расчёта (визуализация, анимация, генерация таблиц результатов) может осуществляться как для всей расчётной модели, так и для её фрагментов (см. [Фрагментация](#) меню *Редактор*).

При визуализации допускается изменять градацию цветов и использовать подсветку. Пользуясь пиктограммами панели инструментов [Вид](#), манипулируя мышью и комбинируя клавиши *CTRL* и *SHIFT*, можно легко осуществить вращение, перемещение и зуммирование изображения (см. [Работа с графическими окнами](#)).

Используя буфер обмена Windows, можно выделять нужные фрагменты изображения (или полную модель) для последующего использования при документировании результатов расчета (пункт *Копировать изображение в буфер* меню *Вид*).

Время от времени рекомендуется сохранять свой проект (пункт [Сохранить](#) меню *Файл* или соответствующая кнопка на панели инструментов [Стандартная](#)).

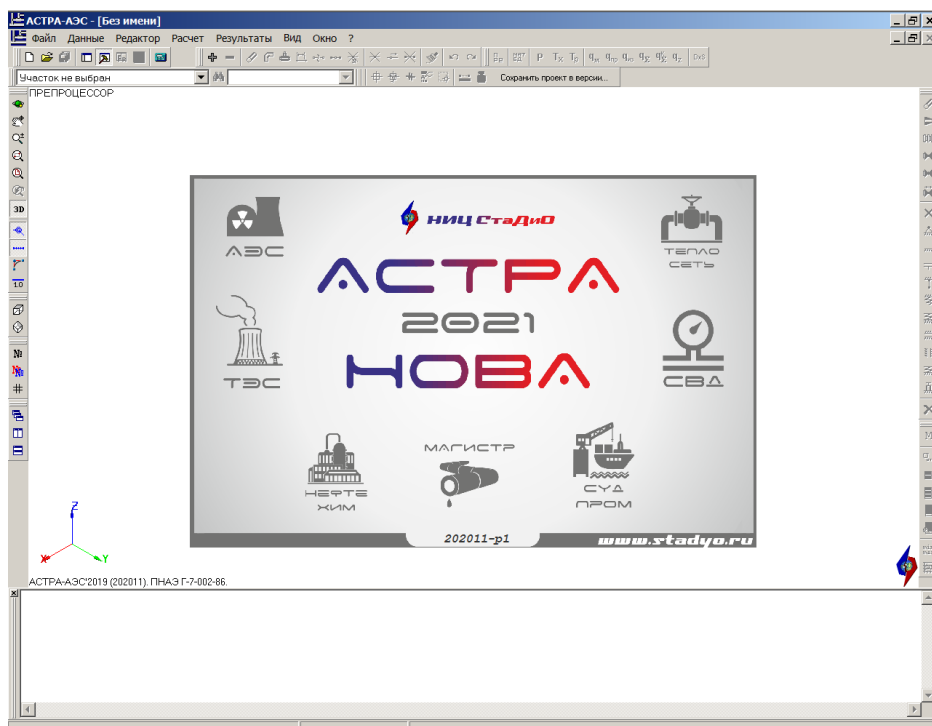
Выход из сеанса работы традиционен для Windows.

Во время сеанса работы можно получить всю справочную информацию, используя контекстно-зависимую справку, вызываемую с помощью кнопки F1.

## Обращение к комплексу

Вызовите комплекс **АСТРА-НОВА’2021**, дважды нажав левой клавишей мыши на иконку на рабочем столе Windows, либо через меню *Пуск*.

Появляется заставка комплекса и основное окно программы



При первом обращении в меню *Файл* еще нет списка файлов (проектов), с которыми ранее работал пользователь. Поэтому при наличии файла данных (с расширением *.apr* для **АСТРА-НОВА’2021** или ранее используемых *.apr* для **АСТРА-АЭС**, *.tpr* для **АСТРА-ТЭС**, *.npr* для **АСТРА-НЕФТЕХИМ**) его следует открыть с помощью пункта Открыть меню *Файл*. При наличии файлов *.dat*-файлов **АСТРА-НОВА** версий до 6.2, его следует открыть с помощью пункта Импорт меню *Файл*. При этом, для данных в формате *.apr*, *.tpr*, *.npr* производится преобразование в формат *apr*. При последующих обращениях к комплексу имеющийся файл проекта можно выбрать из списка последних использованных файлов (список находится в нижней части панели Меню *Файл*) или получить с помощью пунктов Открыть или Открыть проект меню *Файл*.

При необходимости создания нового файла (проекта), выберите пункт Новый.

Во время сеанса работы существует два основных вида окон: графические окна (создание, корректировка, визуализация расчетной модели и результатов

расчета) и окна работы с документами (текстовые файлы, сводные таблицы). Ввод данных осуществляется с помощью панели ввода и диалоговых окон.

В зависимости от того, какое из окон активно в данный момент, меняется вид основного меню.

### Расчетная модель трубопровода

Под *трубопроводной системой* понимается произвольный пространственный разветвленный и (или) протяженный трубопровод, условия закрепления которого препятствуют его смещениям как жесткого целого (кинематически неизменяемая система). Программы комплекса **АСТРА-НОВА** позволяет рассчитывать пространственные трубопроводные системы произвольного очертания, имеющие в своем составе прямо- и криволинейные элементы (отводы, гибы и колена), тройники, сложные ответвления, замкнутые контуры, свободные (консольные), заземленные и шарнирно опертые концы, различные промежуточные опоры, линзовые и сильфонные компенсаторы, арматура, фланцевые соединения, заглушки и стержневые элементы произвольного (некольцевого) сечения.

Для расчета трубопроводная система представляется *расчетной моделью* (схемой), элементы которой описаны ниже.

Система состоит из пространственных неразветвленных *суперэлементов* (СЭ) – “участков”, каждый из которых набирается, в свою очередь, из прямо- и/или криволинейных стержневых *элементов*, соединенных в *сечениях*. Суперэлементы соединяются в узлах суперэлементной модели (СЭМ); узлами СЭМ являются тройниковые узлы, консольные концы. Нумерация узлов СЭМ проводится произвольно. Если какой-либо узел имеет номер больший максимального номера внутреннего узла (см. также пункт [Общие данные](#) меню *Данные*), то такой узел считается внешним и в нём автоматически ставится мёртвая опора (актуально для старых расчётных моделей, в которых задавалось ограничение по максимальному номеру внутреннего узла). Нумерация сечений суперэлемента (участка) проводится автоматически без “разрывов” от начального узла к конечному узлу. Суперэлемент полностью идентифицируется номерами начального и конечного узлов, а при наличии нескольких СЭ с одинаковыми номерами начального и конечного узлов – также его программно генерируемым порядковым номером. Для замкнутых суперэлементов-петель начальный и конечный узлы совпадают.

Сечения, в которых линия трубопровода разветвляется, всегда являются узловыми (*узлами*). Тройниковый *узел* – узел, в котором сходятся три ветви, из них одна примыкает к штуцерному концу. *Узел* должен быть также на консольном конце трубопровода.

*Участок (суперэлемент)* – неразветвленная часть трубопроводной системы, заключенная между смежными узлами (в том числе, тройниковыми).

Каждый участок (суперэлемент) состоит из прямолинейных и/или криволинейных *элементов*. Границами элементов являются: *сечение* сопряжения прямолинейной трубы с криволинейной, криволинейной трубы с криволинейной, место приложения внешней сосредоточенной нагрузки, место установки промежуточной опоры, точка сопряжения труб с различными размерами поперечных сечений, место выполнения холодного натяга и т.п. (см. Рис. 2). Дополнительные расчетные сечения могут быть предусмотрены в любых сечениях прямолинейных труб, колец сечений, арматуры. Для уточненной оценки прочности

тройниковых соединений рекомендуется также вводить расчетные сечения, отделяющие тройник от присоединенных труб. Характеристики полученных трёх отрезков трубы, примыкающих к узлу, в котором будет задан тройник необходимо задавать по данным вводимого тройника. Эта процедура выполняется автоматически в случае вставки тройника как деталь с помощью пункта [Тройник](#) меню [Редактор](#) или соответствующей кнопки на одноимённой панели инструментов.

Для динамических расчетов рекомендуется вводить дополнительные сечения на длинных прямолинейных пролетах. Количество этих сечений определяется числом “пучностей” форм колебаний, реализующихся на данном пролете.

*Деталь* – часть участка (-ов) расчётной модели трубопровода (труба, отвод, переход, тройник линзовый компенсатор, арматура, стержень неколецевого сечения, жёсткий элемент), имеющая заданные физико-механические и геометрические параметры и распределенную нагрузку-массу. Все детали, кроме отвода, перехода и компенсатора, могут содержать внутри себя дополнительные расчетные сечения – смещения. В отводе жёстко предусмотрено только центральное расчетное сечение.

При изображении расчетных схем узлы рекомендуется нумеровать числами **1,2,...,N**, выделенными цветом и/или размером (см. рис. ниже, красные цифры). При прочих равных условиях предпочтение следует отдавать нумерации, минимизирующей разность номеров узлов, ограничивающих промежуточные участки. Узлы, номера которых превышает значение, указанное в общих данных схемы в поле *Номер последнего внутреннего узла* (эта опция актуальна для старых расчётных моделей) являются внешними, в которых автоматически устанавливается мёртвая опора (заделка). Свободный консольный конец участка рассматривается как узел (см., например, узел **4** на участке **3-4**, Рис. 1).

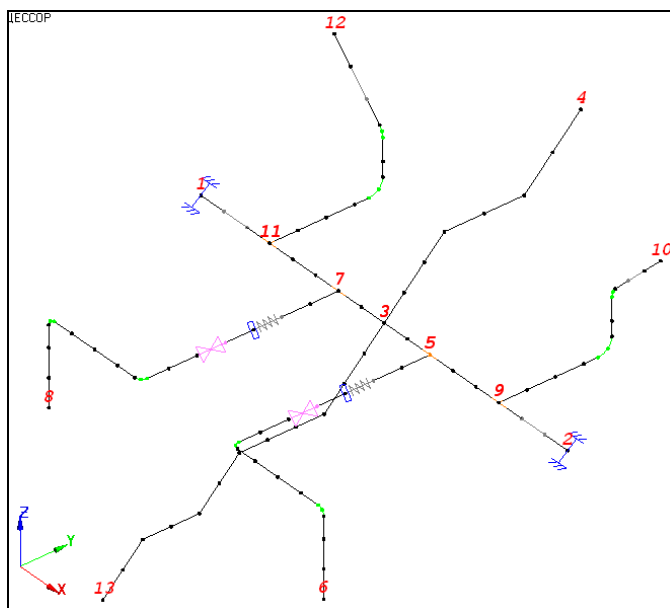




Рис. 1 АСТРА-модель трубопроводной системы. Нумерация узлов

Участок (суперэлемент) обозначается двумя числами, отличающими его начало и конец. Например, участки трубопроводной системы, показанной на рис.1, обозначаются: **1-11**, **11-12**, **7-11** и т.д.

Первое число соответствует началу участка, от которого ведется нумерация точек деления на сечения-детали-элементы. Это число должно быть не больше числа, отличающего номер узла в конечном сечении участка.

Сечения деления участка на элементы, обозначаются числами 0, 1, 2, ... (см. Рис. 2, синие цифры). Элемент обозначается числом, соответствующим номеру его конечного сечения: например, для элемента с номерами начала и конца  $i$ ,  $i+1$  конечным сечением, и соответственно номером элемента является сечение  $i+1$ .

*Динамические степени свободы* – линейные и/или угловые перемещения по заданным (или сгенерированным программой) направлениям в узлах или сечениях участков, относительно которых решается проблема собственных значений – определяют значимые собственные частоты и формы колебаний расчетной модели трубопровода. Динамические степени свободы автоматически размещаются во всех узлах модели (по 3 – в каждом узле) и в выбранных пользователем или программой (ПРЕ-АСТРА) сечениях участков.

О принципах создания расчетной модели см. также [Общие положения](#), *Общее описание*, [76, раздел 3].

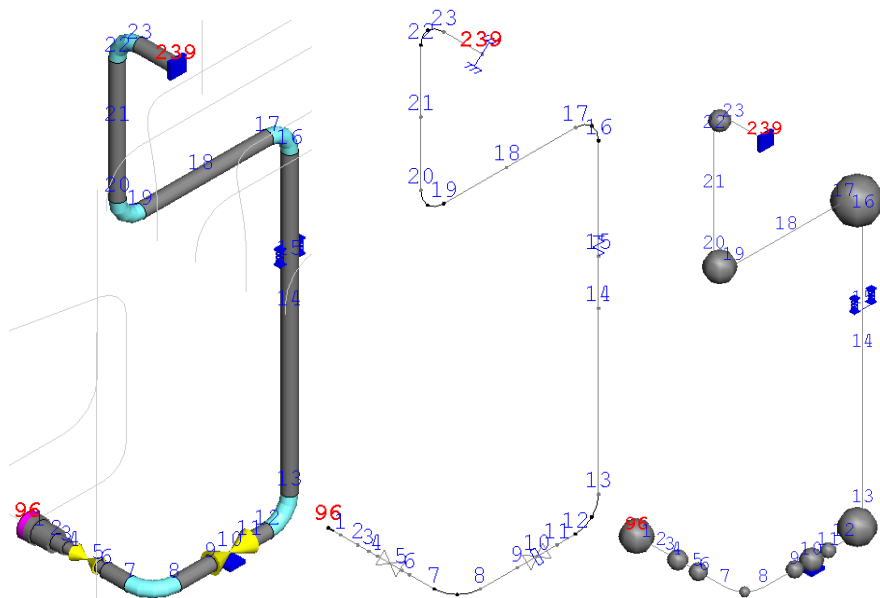


Рис. 2 Участок-суперэлемент трубопроводной системы. Нумерация сечений (визуализация: объёмная, осевая, расстановка масс)

## Сценарий создания расчетной модели

1. Для создания новой расчетной модели нажмите клавишу Новый в меню Файл или соответствующую кнопку на панели инструментов Стандартная.
2. Задайте Общие данные расчетной модели.
3. В меню Редактор или на одноимённой панели инструментов выберите. Добавить участок.
4. Задайте данные первой детали участка, её физико-механические свойства и геометрию, воспользовавшись соответствующими диалоговыми окнами и (или) Панелью ввода. Если заданные в диалоговых окнах по умолчанию параметры Вас не устраивают, измените их на нужные. При помощи закладки Детали на Панели ввода Вы можете полностью задать все характеристики детали. Диалоги, ориентированные на Базы данных по трубам и характеристикам материалов, можно пропустить, воспользовавшись кнопкой Отмена, либо выбрать оттуда подходящие материал и трубу. Также, имеется возможность перед заданием расчётной модели самостоятельно сформировать пользовательские Базы данных (см. Редактирование БД).
5. Первоначально созданный участок состоит из одной детали, для добавления следующей детали используйте команды Вставить деталь или Добавить дополнительные смещения в меню Редактор или на одноимённой панели инструментов. Деталь или смещение будут добавлены к тому сечению, которое отмечено указателем сечения (крестиком) в графическом окне с изображением схемы. Геометрию осевой линии трубопровода меняйте с помощью закладки Геометрия на Панели ввода. По умолчанию добавляемая деталь наследует характеристики предыдущей заданной Вами. При необходимости внесите изменения с помощью закладок Панели ввода.
6. Рекомендуемой последовательностью задания геометрии трубопровода является следующая:
  - 6.1. С помощью добавления деталей задается геометрия осевой линии с точками ее излома. Геометрия осевой линии может быть импортирована, см. Импорт.
  - 6.2. В точках излома, там, где это требуется по проекту, вставляются отводы (гибы, колена, секторные) с указанием радиуса изгиба. Для этого служит команда Вставить отвод в меню Редактор или на одноимённой панели инструментов.
  - 6.3. Указываются дополнительные сечения (точки расстановки опор, пружин и т.п.) при помощи смещений и/или добавления деталей (см. соответствующие команды п.5). Задаются опорные конструкции, фланцы, сосредоточенные силы и т.д. (закладка Сечения на Панели ввода). Пункты 6.3 и 6.4 можно поменять местами в зависимости от Ваших личных предпочтений при задании геометрии. Могут потребоваться дополнительные данные из пункта 9 (см. далее).
  - 6.4. Задаются арматура, компенсаторы, переходы, элементы не кольцевого сечения (закладка Детали на Панели ввода).
7. Задайте остальные участки расчетной модели.
8. Введите характеристики тройников (панель Редактор, кнопка Тройник или Панель ввода закладка Узел).
9. С помощью меню Данные откорректируйте параметры схемы и дозадайте, если это необходимо, данные для моделирования трубопроводов бесканальной прокладки в грунте, температурные истории, дополнительные сечения для задания динамических

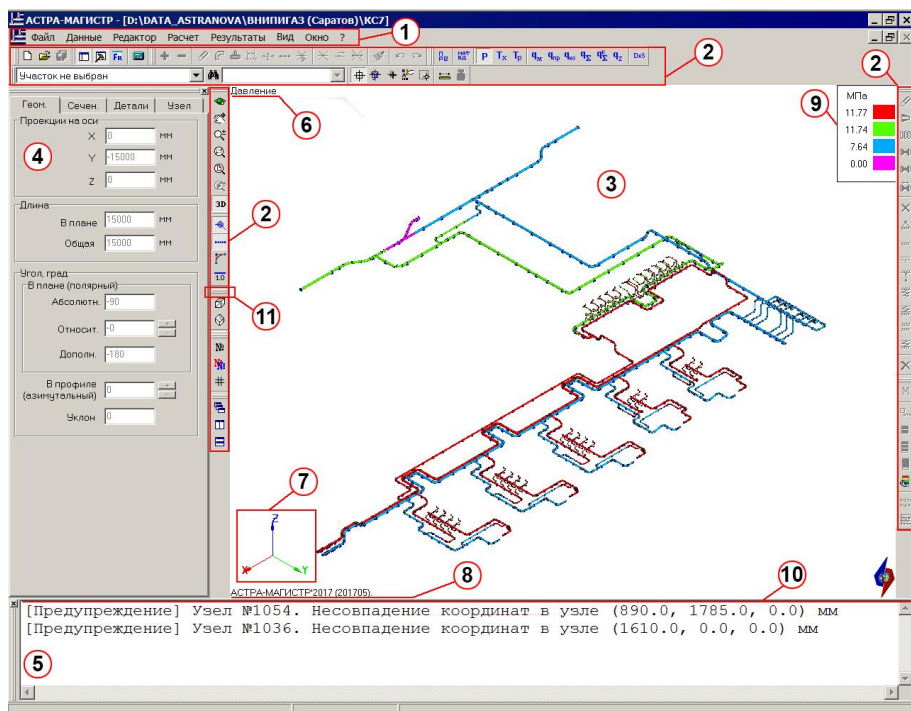
(вибрационных) воздействий, матричные суперэлементы для моделирования присоединенного к схеме оборудования или других трубопроводных систем. При выполнении этого пункта, возможно придется опять обратиться к пункту 6 указанного сценария. Проверьте условия закрепления схемы: с помощью ПК **АСТРА-НОВА** можно выполнить расчет только *кинематически неизменяемых систем*.

10. В работе с вводом исходных данных Вам помогут обширные возможности визуализации по выбранным Вами параметрам, включая поиск коллизий (меню [Данные](#) пункт [Визуализация исходных данных](#)), разнообразные способы редактирования (меню [Редактор](#)), включая возможность откатов, Ваш здравый смысл и ангельское терпение. Не забывайте сохранять проект, чтобы не потерять результаты Вашего кропотливого труда.
11. Если Вы исполнили п.п. 1–10, то переходите к выполнению расчетов (меню [Расчет](#)). Рекомендуется *начинать с расчета по выбору основных размеров (ДЕТАЛЬ) или на статическую и циклическую прочность (СТАЦ)* либо, для дополнительной интегральной оценки адекватности расчетной модели – *с расчета собственных частот и форм колебаний (ФОРМ)*.
12. Пользуясь меню [Результаты](#) оцените результаты расчета. Если коллизий (недопустимых перемещений, свидетельствующих о соприкосновении труб при деформировании ТС) и превышения критериев прочности нет, можно приступить к следующему шагу.
13. К данным участков добавьте информацию, необходимую для расчета собственных частот и форм колебаний (амортизаторы, сосредоточенные массы, массовые моменты инерции и динамические степени свободы). Задание амортизаторов осуществляется в закладке [Сечения](#) на [Панели ввода](#). Задание динамических степеней свободы может осуществляться автоматически, с использованием меню [Данные](#) пункт [Автоматическая расстановка масс](#) и, при необходимости, “вручную” с помощью пункта [Динамические степени свободы](#) ([Панель ввода](#) закладка [Сечения](#)). Задание сосредоточенных масс и массовых моментов инерции осуществляется в закладке [Сечения](#) на [Панели ввода](#).
14. Оцените правильность расстановки динамических степеней свободы с помощью просмотра расстановки масс (меню [Данные](#) пункт [Визуализация исходных данных](#)).
15. Проведите расчет собственных частот и форм колебаний (см. [Расчет собственных частот и формы колебаний](#)).
16. Введите информацию для нужного динамического расчета (меню [Данные](#) пункты [Сейсмические воздействия](#), [Вибрационные воздействия](#), [Динамические воздействия](#)).
17. Проведите нужный динамический расчет (см. также [Расчет на сейсмические воздействия](#), [Расчет на вибрационные воздействия](#), [Расчет на динамические воздействия](#)).
18. После успешного проведения любого из расчетов доступны все результаты по нему: визуализация и анимация, файлы текстового формата и вывод результатов в табличном виде (меню [Результаты](#)).
19. Температурное поле, статическое и сейсмическое напряженно-деформированное состояние, статическую, циклическую, сейсмическую прочность и предельную нагрузку для наиболее нагруженных деталей (в том числе автофретированных) можно уточнить с помощью расчета методом конечных элементов (МКЭ) в

пространственно-оболочечной и/или трехмерной постановках в среде **АСТРА-СТАДИО** (см. также [МКЭ расчёт элементов АСТРА-СТАДИО](#)).

20. Если при задании исходных данных были допущены неточности и/или ошибки, при запуске расчёта или при активации пункта [Проверка данных](#) меню [Данные](#) выдаются диагностические сообщения об этом. На предупреждения надо обратить внимание, а ошибки необходимо исправить, после чего повторить запуск расчета.

## Работа с графическим интерфейсом



Графический интерфейс предназначен для работы пользователя в среде **ПК АСТРА-НОВА** и включает следующие основные элементы:

- 1 – Основное меню
- 2 – область Панелей инструментов (зона закрепления) предназначена для размещения панелей инструментов с наиболее часто употребляющимися функциями программы.
- 3 – графическое окно;
- 4 – Панель ввода;
- 5 – окно Сообщения;
- 6 – область надписей (визуализируемых параметров);
- 7 – глобальная прямоугольная система координат;
- 8 – область надписей (версия программы и название объекта) ;
- 9 – цветовая шкала;

10 – разделитель экрана;

11 – двойная черта;

Каждый из элементов графического интерфейса имеет свои функции. В некоторых случаях функции могут дублироваться, а соответствующие им операции могут вызываться различными способами из различных частей интерфейса (например, из основного меню и панелей инструментов). Краткое описание каждого объекта приведено ниже.

*Основное меню* состоит из восьми меню (*Файл*, *Данные*, *Редактор*, *Расчет*, *Результаты*, *Вид*, *Окно*, *Помощь (?)*), содержащих сгруппированные в них команды ПК АСТРА-НОВА.

Область *Панелей инструментов* (зона закрепления) предназначена для размещения на ней панелей инструментов, представляющих собой наборы пиктограмм, с помощью которых вызываются наиболее часто употребляющиеся команды. Область панелей инструментов может быть заполнена пользователем, как стандартными панелями инструментов, так и им же создаваемыми, см. пункт *[Панели инструментов...](#)* меню *Вид*.

В *графическом окне* ведутся основные операции по созданию и редактированию расчётной модели, проведению расчёта и просмотру результатов в текстовом и графическом представлении.

*Панель ввода* предназначена для проведения основных операций по созданию расчётной модели, таких как построение геометрии и задание характеристик деталей трубопроводной системы. *Панель ввода* может располагаться как справа, так и слева от графического окна.

*Окно Сообщения* предназначено для вывода текстовой диагностики по расчётной модели в процессе её создания, расчёта и при анализе результатов. Окно может располагаться сверху или снизу *графического окна*.

*Область надписей (визуализируемых параметров)* – область в левом верхнем углу графического окна, в которой выводятся названия визуализируемых на расчётной модели параметров (исходных данных или результатов расчёта).

*Глобальная прямоугольная система координат* – визуализация осей глобальной системы координат расчётной модели. Изображение корректируется при операциях манипулирования изображением.



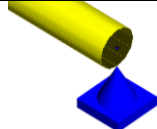

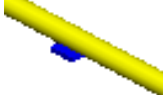

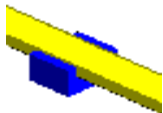

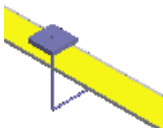

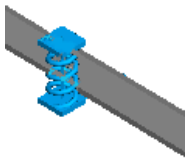

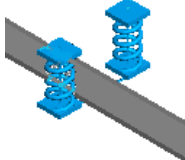

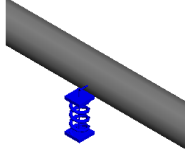
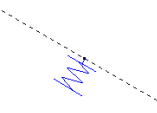
*Область надписей (версия программы и название объекта)* – область в левом нижнем углу графического окна, в которой отображается версия программного комплекса АСТРА-НОВА и информация, вносимая пользователем по желанию в поле *Объект* (см. меню *Данные*, подменю *Общие данные*, закладка *[Объекте...](#)*)

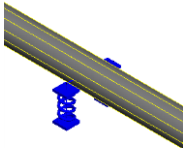
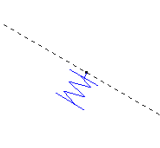
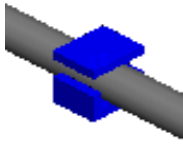

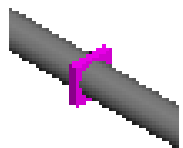
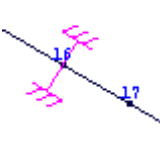
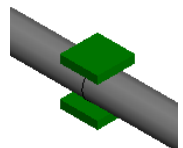
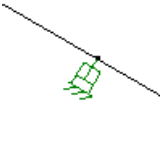
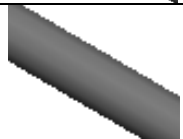
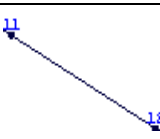
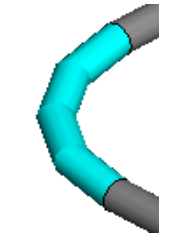
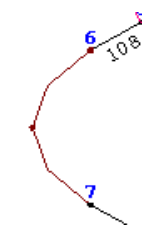
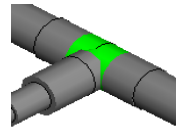
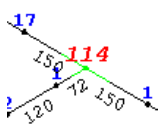
*Цветовая шкала* располагается в правом верхнем углу графического окна и служит для отображения параметров исходных данных или результатов расчёта. Диапазоны цветовой шкалы могут настраиваться пользователем, см. пункт *[Настройка таблицы цветов...](#)*, меню *Вид*.

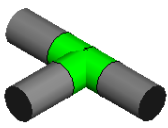
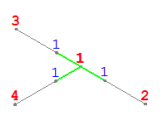
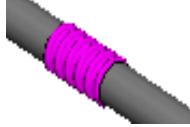
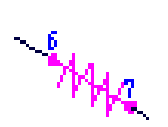
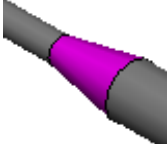

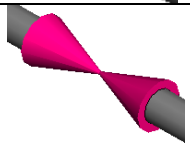
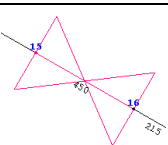
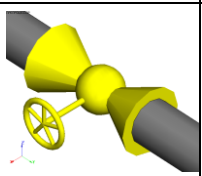
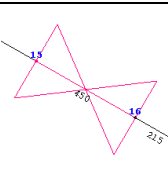
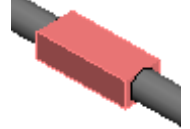

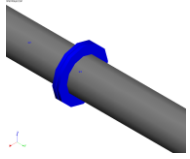
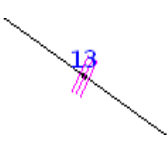
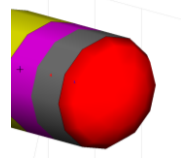
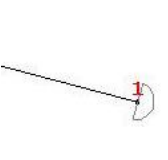
*Разделитель экрана* предназначен для регулировки соотношения габаритов графического окна и окна Сообщения.

*Двойная черта* – область на панели инструментов, предназначенная для перетаскивания панели при помощи мыши

Условные изображения элементов-деталей трубопроводной системы (точнее – модели) при графическом отображении представлены в следующей таблице.

№	Изображение		Элемент АСТРА-модели	Описание/ примечание
	3D модель	осевая модель		
1.			Зашемляющая опора (мертвая)	Ограничение всех линейных и угловых перемещений
2.			Неподвижная опора (неподвижный шарнир)	Ограничение всех линейных перемещений
3.			Опора скольжения / качения	Ограничение вертикальных перемещений
4.			Направляющая опора	Ограничение вертикальных и боковых перемещений
5.			Жесткая подвеска	Ограничение перемещений вертикально вниз
6.			Пружинная подвеска (ОСТ, МВН, спецпружины ВНИПИЭТ, LISEGA, постоянного усилия, пользователя)	Подвеска на одной тяге
				Подвеска, имеющая две или более тяг.
7.			Пружинная опора (ОСТ 24.125.165-01, ОСТ 108.275.69-80, пользователя)	Опора с одной тягой

№	Изображение		Элемент АСТРА-модели	Описание/ примечание
	3D модель	осевая модель		
				Опора с двумя и более тягами
8.			Опора общего вида	Конкретный вид опоры зависит от заданных характеристик опоры.
9.			Амортизатор	Воспринимает только динамические нагрузки
10.			Демпфер	Воспринимает только динамические нагрузки
11.			Прямая труба	3D-модель отражает реальный диаметр трубы
12.			Отвод (гиб, колено)	Выделяется от сечения начала вставки отвода до сечения его конца. Имеет сечение серединыгиба (вставляется программой автоматически)
13.			Тройник (сварной, с накладками, штампованный,...)	Выделяется цветом от узла до середины ближайшей детали

№	Изображение		Элемент АСТРА-модели	Описание/ примечание
	3D модель	осевая модель		
14.			Тройник как деталь (сварной, с накладками, штампованный,...)	Выделяется цветом от узла до начала примыкающих деталей детали
15.			Компенсатор (линзовый, сильфонный,...)	Количество гофров на изображении – условное
16.			Переход(ник) (концентрический, эксцентрический)	Размер (длина) изображения соответствует фактической длине перехода
17.			“Арматура” (клапан, вентиль, задвижка,...)	Размер (длина) изображения соответствует фактической длине арматуры
18.			“Арматура” с приводом (клапан, вентиль, задвижка,...)	Размеры изображения соответствуют длине арматуры и центру масс привода
19.			Элемент неколецевого (произвольного) сечения	Задается приведенными жесткостными характеристиками сечения
20.			Фланец	В любом сечении
21.			Днище/крышка	Можно установить только в консольных узлах



№	Изображение		Элемент АСТРА-модели	Описание/ примечание
	3D модель	осевая модель		
22.			“Жесткий элемент” (вставка)	Обеспечивает абсолютно жесткую невесомую связь между сечениями

Примечание: Цвет условного изображения элементов модели трубопровода настраивается, а их размеры в осевой модели могут масштабироваться или не масштабироваться по выбору пользователя (см. меню [Вид](#)).

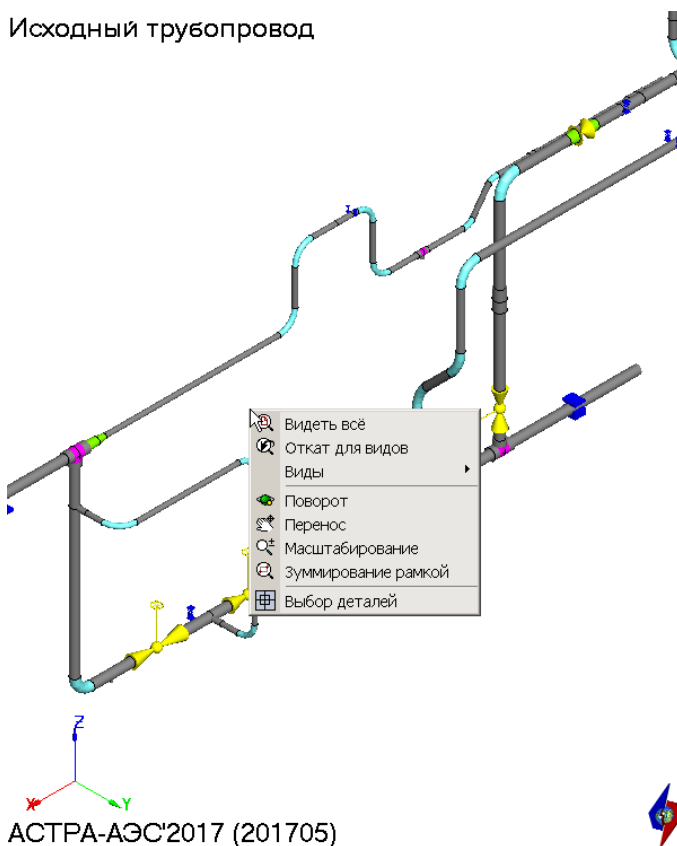
При графическом отображении расчетной схемы или визуализации результатов можно использовать следующие способы для работы с графическим окном:

- Кнопки *панели Вид* (см. панель инструментов [Вид](#));
- *Контекстное меню*, вызываемое правой клавишей мыши (см. ниже);
- Комбинации клавиш для манипулирования изображением (см. ниже);
- Пункт [Виды](#) меню [Вид](#).

### Контекстное меню

Контекстное меню вызывается щелчком правой клавиши мыши в *Графическом окне*

## Исходный трубопровод



Описание пунктов меню см. меню [Вид.](#)

См. также панель инструментов [Вид.](#)

### Комбинации клавиш для манипулирования изображением

- *Ctrl + правая клавиша мыши* – вращение изображения
- *Shift + правая клавиша мыши* – перемещение изображения
- *Ctrl + Shift + правая клавиша мыши* – масштабирование изображения
- *Перемещение мыши при нажатой левой клавише* – зуммирование изображения

Описание функций выбора деталей (участков, сечений) см. пункты [Выбор деталей](#), [Выбор участков](#), [Выбор сечений](#), [Расширенный выбор](#) меню Редактор.

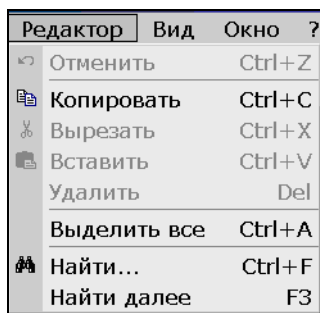
## Работа с текстовыми документами



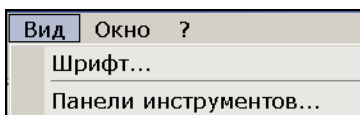
Это меню появляется, если активирован текстовый документ (например, при просмотре файлов *Исходных данных*, меню *Результаты*). В текстовом документе доступны стандартные Windows-функции копирования и поиска. Внесение изменений в тексты не предусмотрено.

Меню *Файл* и *Окно* имеют стандартный вид (см. Меню [Файл](#) и [Окно](#)).

Пункты меню *Редактор* и “горячие” клавиши при работе с текстовым документом представлены ниже.



Текстовый документ отображается шрифтом, назначенным в диалоге [Настройка](#). Он может быть изменён при использовании пункта [Шрифт](#) в данном меню *Вид*.



При этом появится стандартный диалог Windows для выбора шрифта.

Пункт *Панели инструментов...* при работе с текстовым документом вызывает тот же диалог, что и [Панели инструментов...](#) меню [Вид](#) основного меню.

## Основные сведения о вводе данных расчетной модели. Панель ввода

Параметры трубопровода разделены по категориям:

- параметры всей расчётной модели;
- параметры, задаваемые на деталях;
- параметры, задаваемые в сечениях или узлах;
- параметры, задаваемые только в узлах;




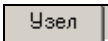
Панель ввода предназначена для ввода и редактирования данных, кроме данных всей расчётной модели.

Выбранные или установленные по “умолчанию” единицы измерения (см. меню *Файл* закладка Настройки) будут отображаться при задании исходных данных расчетной модели)



В данном документе при описании вводимых параметров перечисляются только некоторые из доступных единиц измерения.

Панель ввода содержит следующие закладки:







-  – закладка Геометрия – закладка предназначена для ввода и редактирования геометрии осевой линии трубопровода;
-  – закладка Сечение – закладка предназначена для задания опорных конструкций и ряда других элементов, в выбранных сечениях или узлах;
-  – закладка Детали – закладка предназначена для назначения типа детали трубопровода (труба, арматура, компенсатор и т.д.) и редактирования их данных;
-  – закладка Узел – ввод и редактирование элементов, задаваемых только в узлах (тройники, крышки/днища).

Выбор участков, деталей и сечений осуществляется указанием курсором мыши на нужном элементе расчётной модели или при помощи списков на панели инструментов Навигация.

Показать или скрыть Панель ввода можно с помощью кнопки  на панели инструментов Стандартная. Убрать Панель ввода также можно, нажав на ней кнопку .

Панель ввода может быть прикреплена к левому или правому краю экрана или быть “плавающей”. Для открепления Панели ввода дважды нажмите левой клавишей мыши по двойной линии сверху панели. Для закрепления панели перенесите её левой клавишей мыши к нужной части экрана и отпустите клавишу. Вы можете изменить размеры панели или её колонок.

Нажатие кнопки  или  слева от названия пункта закладки позволяет свернуть () или развернуть () поля для заполнения или просмотра информации.

Труба (1)		
<b>Сечение</b>		
Наружный диаметр	2133.6	мм
Толщина стенки	12	мм
Допуск на утонение	1.2	мм
Толщина изоляции	60	мм
<b>Погоновый вес</b>		
Материала	6.159328	кН/м
Продукта	0	кН/м
Изоляции	0.790974	кН/м
Суммарный	7.72443	кН/м
<b>Дополнительная распределенная нагрузка</b>		
Выбор из БД	>>	
Материал	12X18H10T	
Цикловка		
Нагрузка		
Коэффициенты		
Бесканальная прокладка	Нет	

Ввод данных может осуществляться несколькими способами:


- Ввод значения при помощи клавиатуры.
- Выбор значения из предлагаемого списка.
- Выбор значения при помощи диалога.

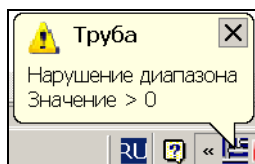
Для ввода или изменения значения числового параметра следует нажать левой клавишей мыши в поле справа от названия параметра.

Например, для задания температуры испытаний 30°C в поле

ВВОДИМ значение,

и для сохранения этого значения необходимо выйти из поля редактирования с помощью указателя мыши или нажать клавишу *Enter*.

При вводе ошибочных данных в *Панели ввода*, появляется всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок *АСТРА-НОВА*  на панели инструментов “systray”) программы. При этом предыдущее значение задаваемого параметра сохраняется.



При выборе значения из предлагаемого списка нажмите кнопку

Тип пружины	МВН 049-63	
Жёсткость цепи	114.1	кН/м
Рабочая нагрузка	10.4	кН

и в появившемся списке выберите нужный пункт.

Тип пружины	ОСТ 24.12...
Жёсткость цепи	ОСТ 108.764.01-80
Рабочая нагрузка	ОСТ 24.125.109-01
	МВН 049-63
	"Спецпружины"
	Пружины постоянного усилия
	Пружины пользователя
	Пружины LISEGA
	Пружины постоянного усилия LISEGA

Для выбора или расчёта параметра при помощи диалога нажмите кнопку и в появившемся окне выберите или введите необходимые данные

Выбрать из БД

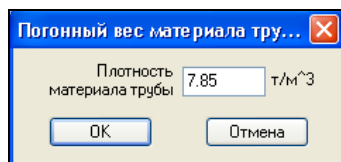
В некоторых случаях возможно альтернативное задание значения через ввод с клавиатуры и при помощи диалога.

<input checked="" type="checkbox"/> Сечение		
<input type="checkbox"/> Погонный вес		
Материала	0.171044	кН/м

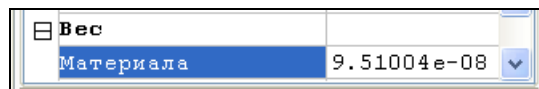
Например, вес переходника можно задать вручную через поле ввода или нажать в поле значения кнопку ,

<input type="checkbox"/> Вес		
Материала	2	

а затем, в появившемся окне, нажать *ОК*.



В поле *Вес материала* появляется вычисленное значение.



См. также раздел [Панель ввода](#).

## Визуализация результатов. Основные сведения

Визуализацией результатов называется изображение результатов расчёта на расчётной модели (привязанными к деталям и сечениям модели) в графическом окне.

Визуализация результатов расчёта позволяет просматривать, демонстрировать и анализировать результаты расчёта с наглядной привязкой их к конкретному месту расчётной модели, как для фрагмента расчётной модели, так и, для всей модели в целом – визуализация полной картины распределения результатов.

Сформированные в графическом окне результаты расчёта возможно сохранять в виде файлов изображений в растровом формате (см. меню *Вид*, пункт *Копировать изображение в буфер*). Визуализация возможна в единицах измерения, заказанных в меню *Файл*, *Настройки*, закладка *Единицы измерения*. Ниже приводится перечень всех доступных видов результатов, для которых предусмотрена визуализация.

Визуализация доступна для следующих результатов расчёта, и зависит от вида проведенного расчета, наличия элементов-деталей трубопровода и выбранной отраслевой ветви и стандарта **ПК АСТРА-НОВА**:

- Независимо от выбора отраслевой ветви и стандарта расчёта:
  - выбранные номинальные толщины стенок (АСТРА-ДЕТАЛЬ);
  - перемещения (АСТРА-СТАЦ, СЕЙСМ, ВИБР, ДИН);
  - усилия (АСТРА-СТАЦ, СЕЙСМ, ВИБР, ДИН);
  - нагрузки на опорные конструкции и оборудование (АСТРА-СТАЦ, СЕЙСМ, ВИБР, ДИН);
  - результаты по пружинам (АСТРА-СТАЦ);
  - собственные формы колебаний (АСТРА-ФОРМ);
  - напряжения.
- В зависимости от выбора отраслевой ветви и нормативного документа:
  - - общая устойчивость (АСТРА-НЕФТЕХИМ [4], АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ [6], АСТРА-МАГИСТР [9, 10]);
  - - местная устойчивость (АСТРА-НЕФТЕХИМ [4], АСТРА-МАГИСТР [9]);
  - - повреждаемость (АСТРА-НЕФТЕХИМ [3], АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ [5], АСТРА-МАГИСТР [7, 8, 9, 10]);
  - - количество циклов (АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ [5, 6], АСТРА-СВД [11]);
  - - напряжения в изоляции (АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ [5, 6]);
  - - расчёт на дополнительные нагрузки (АСТРА-СВД [11]);
  - - необходимость автофретирования (АСТРА-СВД [12]);
  - - выбор оптимального давления автофретирования (АСТРА-СВД [12]);
  - - проверка овальности (АСТРА-МАГИСТР [9]).

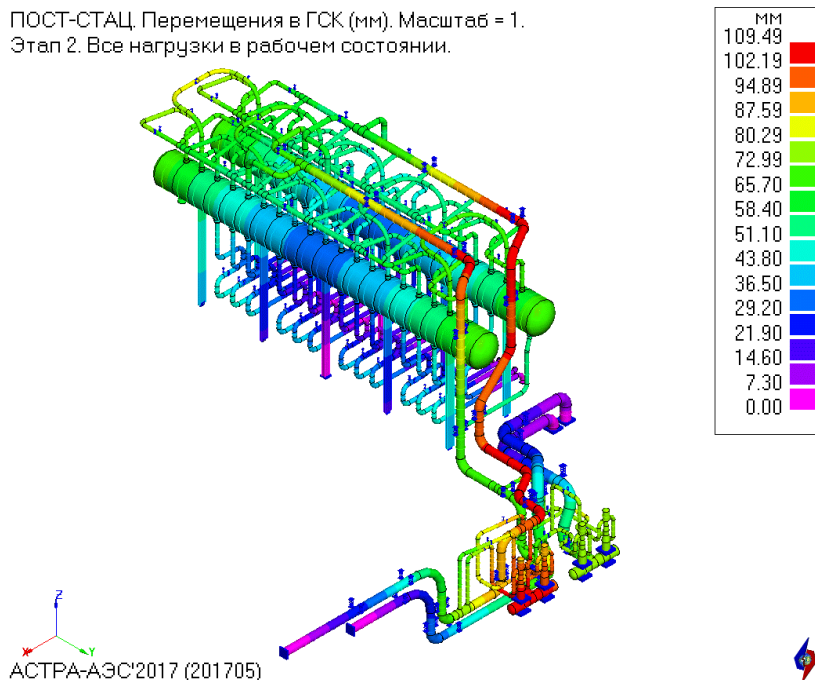
В постпроцессоре для всех результатов расчёта кроме нагрузок на опоры/оборудование и результатов по пружинам имеется два основных режима визуализации – изополя и эпюры:



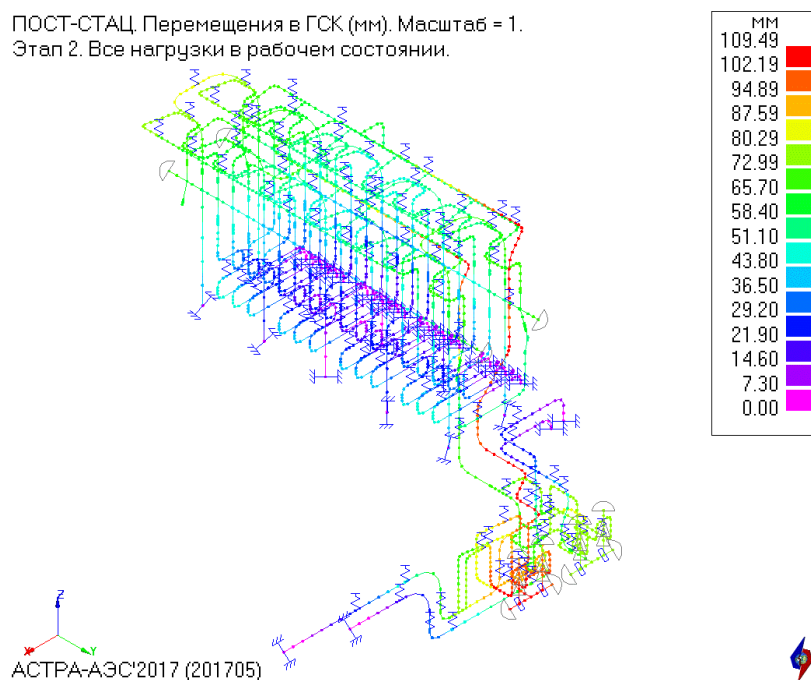
*Изополя.*

Изополя — области на деталях расчётной модели, в которых визуализируемая величина постоянна. Каждый отрезок (деталь) расчётной модели закрашивается двумя цветами, соответствующими значениям визуализированного параметра в начале и конце отрезка. Граница цветов определяется по середине отрезка.

ПОСТ-СТАЦ. Перемещения в ГСК (мм). Масштаб = 1.  
Этап 2. Все нагрузки в рабочем состоянии.



ПОСТ-СТАЦ. Перемещения в ГСК (мм). Масштаб = 1.  
Этап 2. Все нагрузки в рабочем состоянии.



### Эпюры.

Эпюры – графики, показывающие распространение визуализируемого параметра на расчётной модели. Эпюры строятся следующим образом:

1. Для каждого отрезка (детали) расчётной модели, визуализированного на экране, определяются двумерные экранные координаты начала и конца отрезка. В найденных точках начала и конца строятся нормали к отрезку в экранных координатах. Направление и длина нормалей определяются в зависимости от значений визуализируемого параметра в начале и конце отрезка.

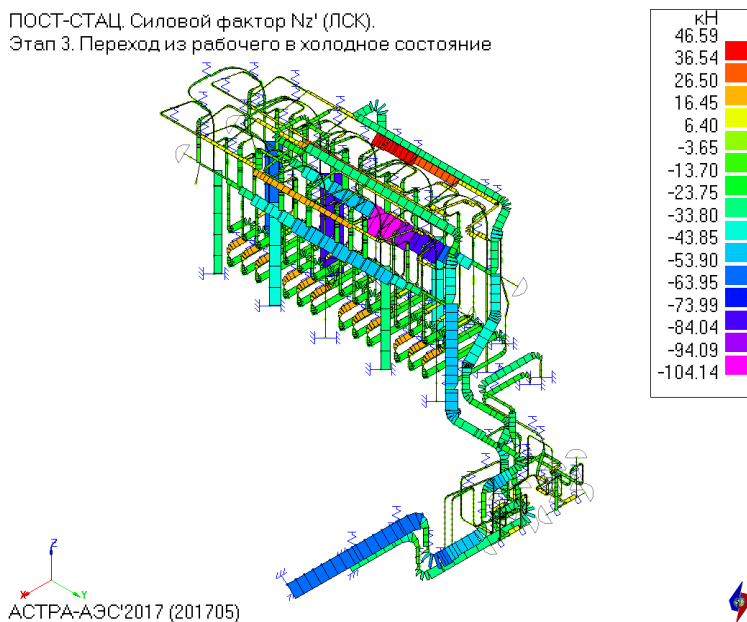
2. Строится четырёхугольник (выпуклый или невыпуклый), ограниченный отрезком (деталью) для которого визуализируется параметр, построенными по концам отрезка нормалью и отрезком, соединяющим их концы.

3. Полученный четырёхугольник закрашивается двумя цветами, соответствующими значениям визуализированного параметра в начале и конце отрезка. Граница цветов определяется по середине отрезка.

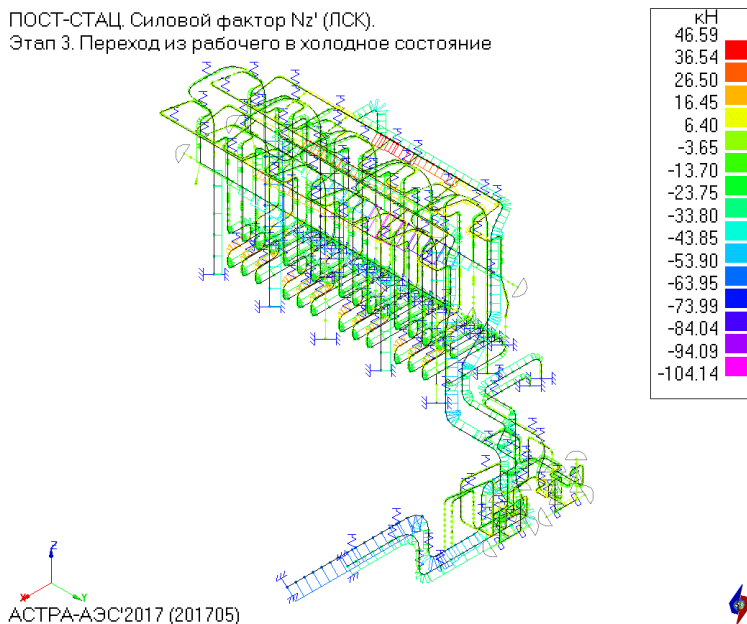
4. Размер эпюр зависит от максимального габарита модели и максимального значения визуализируемого параметра. Пользователь может регулировать размер эпюр, см. пункт [Размер эпюр...](#) в меню [Вид](#).

Наличие закраски (п. 3) определяется визуализацией модели (см. пункт [Рендер](#) меню [Вид](#)): при объёмной визуализации эпюра закрашивается, при осевой визуализации цветом красятся только рёбра четырёхугольника

ПОСТ-СТАЦ. Силовой фактор  $N_z'$  (ЛСК).  
Этап 3. Переход из рабочего в холодное состояние



ПОСТ-СТАЦ. Силовой фактор  $N_z'$  (ЛСК).  
Этап 3. Переход из рабочего в холодное состояние

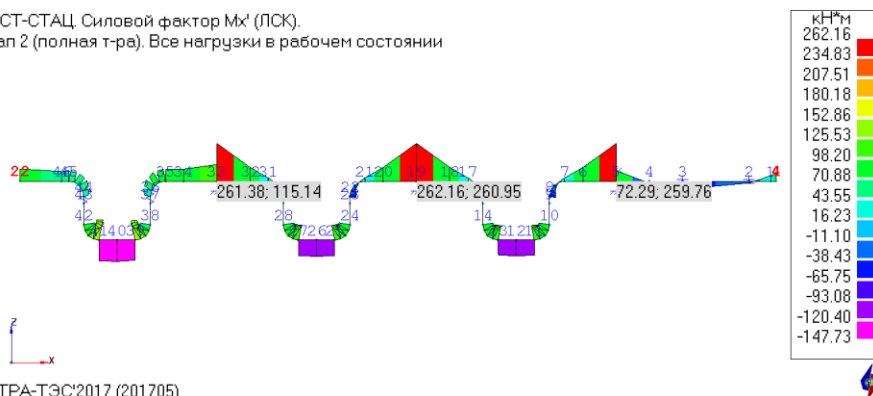


В некоторых сечениях расчётной модели визуализируемый параметр изменяет своё значение скачкообразно. Скачок в сечении модели трубопроводной системы возникает в следующих случаях:

- располагается опорная конструкция, сосредоточенная нагрузка или масса;
  - стыкуются детали с различными физико-механическими и/или геометрическими характеристиками;
  - прямолинейная деталь стыкуется с гибом (различные правила задания местных систем координат (см. закладка ПОСТ пункта [Настройки](#) меню [Файл](#)) для прямолинейных и криволинейных отрезков);
  - ось трубопровода меняет направление (в изломе и косом стыке местная система координат меняет свою ориентацию за счёт смены направления оси трубы);
- Более наглядно скачки на эпюрах визуализированы на отдельном плоском фрагменте модели трубопроводной системы с показом значений в сечениях

ПОСТ-СТАЦ. Силовой фактор  $Mx'$  (ЛСК).

Этап 2 (полная тр-ра). Все нагрузки в рабочем состоянии

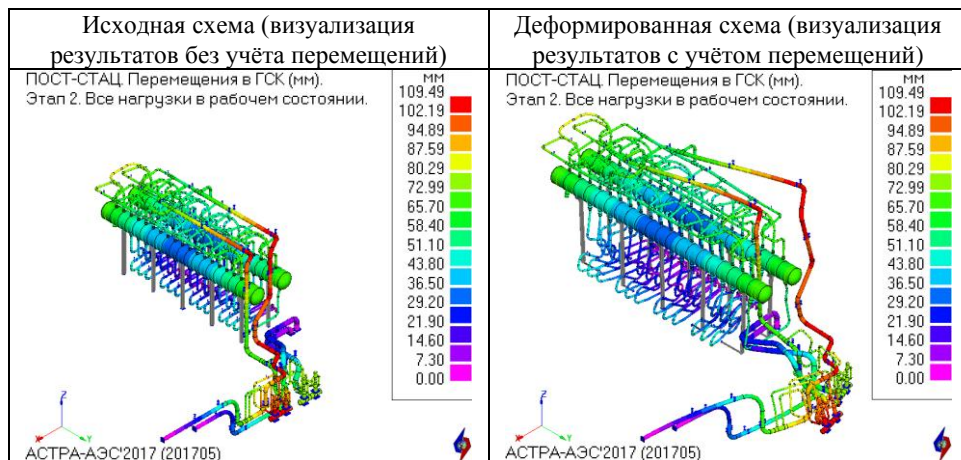


АСТРА-ТЭС'2017 (201705)

Режимы визуализации результатов, характерные для конкретных видов результатов, см. пункты [Визуализация перемещений](#), [Визуализация усилий](#), [Визуализация напряжений](#), [Визуализация нагрузок на опоры/оборудование](#), [Визуализация результатов по пружинам \(СТАЦ\)](#), меню *Результаты*.

### Визуализация деформированной схемы.

Визуализация деформированной схемы – визуализация расчётной модели с учётом возникающих в ней перемещений от действия приложенных нагрузок. При визуализации деформированной схемы может использоваться масштабный коэффициент – множитель, показывающий, во сколько раз перемещения схемы при визуализации изменены по сравнению с вычисленными перемещениями. Пользователь может регулировать масштаб перемещений, см. пункт *Масштаб...* в меню *Вид*. Визуализация деформированной схемы возможна совместно с визуализацией изолиний, эпюр, коллизий и доступна для любых результатов, кроме нагрузок на опоры/оборудование и результатов по пружинам.

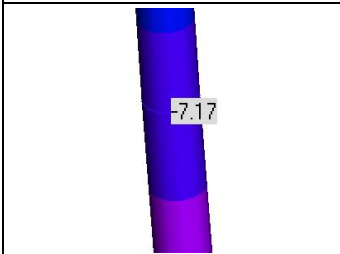
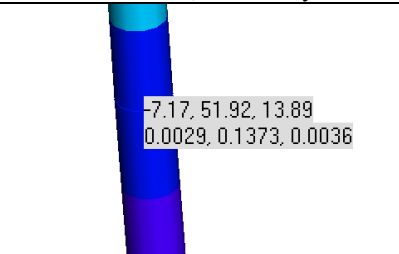
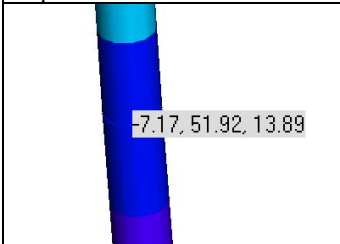
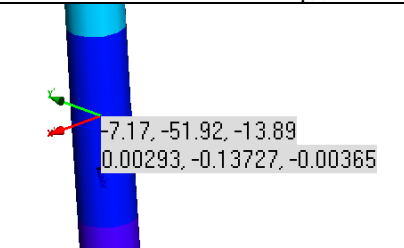


#### Показ значений визуализируемого параметра.



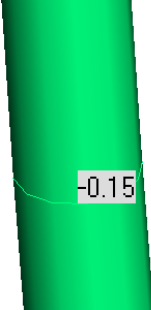
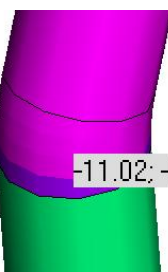
Для любых результатов расчёта возможно посмотреть значения визуализируемого параметра в сечениях. Чтобы получить значения визуализируемого параметра в сечении, необходимо нажать на интересующее сечение левой клавишей мыши при отключённых режимах выбора и редактирования ([Выбор деталей](#), [Выбор участков](#), [Выбор сечений](#), [Редактирование элементов](#)), и режимах манипулирования изображением (см. [Контекстное меню](#)). Для скрытия визуализируемого значения нужно повторно нажать на интересующее сечение левой клавишей мыши. Для показа значений во всех сечениях, нужно воспользоваться пунктом [Показать все значения](#) меню [Вид](#), для снятия – [Очистка значений](#) того же меню или нажать клавишу *Esc*. Количество значений в сечении зависит от визуализируемого параметра и режима визуализации:

- [Перемещения](#): при показе всех компонент – три значения, соответствующие поступательным перемещениям, а при включённой опции [Показывать угловые перемещения](#) (см. пункт [Визуализация перемещений](#), меню [Результаты](#)) – шесть компонент, три поступательные, три вращательные. При показе отдельных компонент (см. опция [Компоненты перемещений](#), пункта [Визуализация перемещений](#)) – одно значение.

При визуализации перемещений в ЛСК в сечении, котором показаны значения, показывается локальная система координат ЛСК.

Одна компонента	Все компоненты, включая угловые
 <p>-7.17</p>	 <p>-7.17, 51.92, 13.89 0.0029, 0.1373, 0.0036</p>
Три линейных компоненты	В локальной системе координат
 <p>-7.17, 51.92, 13.89</p>	 <p>-7.17, -51.92, -13.89 0.00293, -0.13727, -0.00365</p>

- **Усилия:** при показе всех компонент – шесть значений (три силы, три момента), дополнительно, в случае показа с отключённой опцией *Усилия в ГСК* (см. [Визуализация усилий](#), меню *Результаты*) визуализируется локальная система координат сечения; скачки усилий в сечении при этом не отслеживаются. При показе отдельных компонент (см. опция *Компоненты усилий*, пункта [Визуализация усилий](#)) – одно значение; в случае скачка визуализируемой компоненты усилий в рассматриваемом сечении – два значения, причём, первое соответствует первому элементу по ходу нумерации участка, второе – второму элементу.

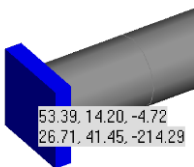
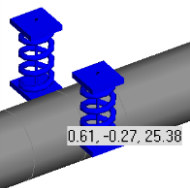
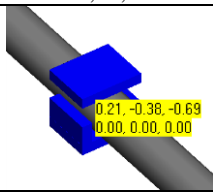
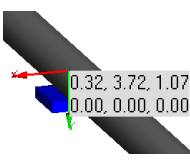
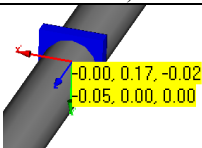
Все компоненты в ЛСК	Все компоненты в ГСК
	
Одна компонента	Одна компонента со скачком в сечении
	

• *Нагрузки на опорные конструкции и оборудование:* количество значений зависит от типа опоры:

- для мёртвых, неподвижных, скользящих, направляющих опор и опор общего вида показывается шесть значений (силы и моменты),
- для пружинных опор, жёстких и скользящих подвесок, амортизаторов – три значения (силы).


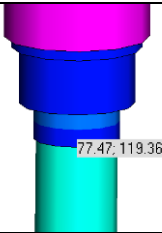
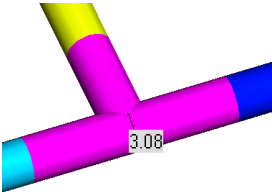
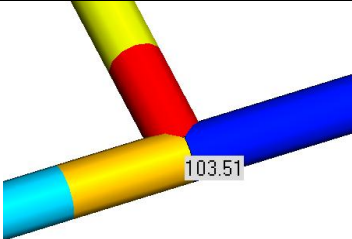
Для направляющих опор (кроме узловых), значения нагрузок выводятся на жёлтом фоне. Для опор скользящих, направляющих (кроме узловых), заданных на участках трубопровода, направление которых не совпадает с глобальными осями X или Y или Z, при показе значений визуализируются оси ЛСК сечения. Для опор общего вида и амортизаторов в ЛСК (кроме узловых), при показе значений визуализируются оси ЛСК сечения, нагрузки на опоры общего вида выводятся на жёлтом фоне.

Если опора любого типа задана в узле, то она считается заданной в глобальной системе координат, нагрузки на неё выводятся в глобальной системе координат, значения нагрузок не подкрашиваются жёлтым и оси ЛСК не показываются.

шесть компонент (мёртвая неподвижная, скользящая, направляющая, общего вида)	три компоненты (жёсткая и пружинная подвески, пружинная опора, амортизатор)
	
показ значений на жёлтом фоне (направляющая опора) на отрезке, параллельном осям ГСК X, Y, Z	показ ЛСК сечения (скользящая, направляющая, опора) на отрезке, не параллельном осям ГСК X, Y, Z) или амортизатор в ЛСК
	
показ значений на жёлтом фоне и ЛСК сечения (опора общего вида в ЛСК)	
	

- Все остальные параметры (напряжения, кол-во циклов, деформации, оценки устойчивости и пр.): одно значение; в случае скачка визуализируемого параметра в рассматриваемом сечении – два значения, причём, первое соответствует первому элементу по ходу нумерации участка, второе – второму элементу. В тройниковых сечениях вычисляются четыре значения визуализируемого параметра (значение в тройнике и значения в примыкающих прямых трубах). В этом случае возможно два сценария визуализации, первый – всегда визуализируется параметр, полученный в тройнике (например, напряжение), второй - визуализируется максимальный параметр из всех четырёх, см. опция *Максимальное значение в тройниках*, пункт [Визуализация напряжений](#) меню *Результаты*



Одно значение	Скачок в сечении
	
Напряжения в тройнике	Напряжения в примыкающих к тройнику трубах (визуализируется максимум для тройниковых сечений)
	

Значения в выбранных сечениях сохраняются при различных манипуляциях с изображением: передвижение, зуммирование, поворот и т.д. (см. панель инструментов [Вид](#)).

Для быстрого анализа результатов можно воспользоваться (в режиме визуализации изополей или эпюр) кнопкой *Показ min/max* на панели инструментов [Постмпроцессор](#) или пунктом [Показ min/max](#) меню *Вид*, при этом крупными цветными стрелками будут отмечены соответствующие точки: *min* – сиреневой, *max* – красной.

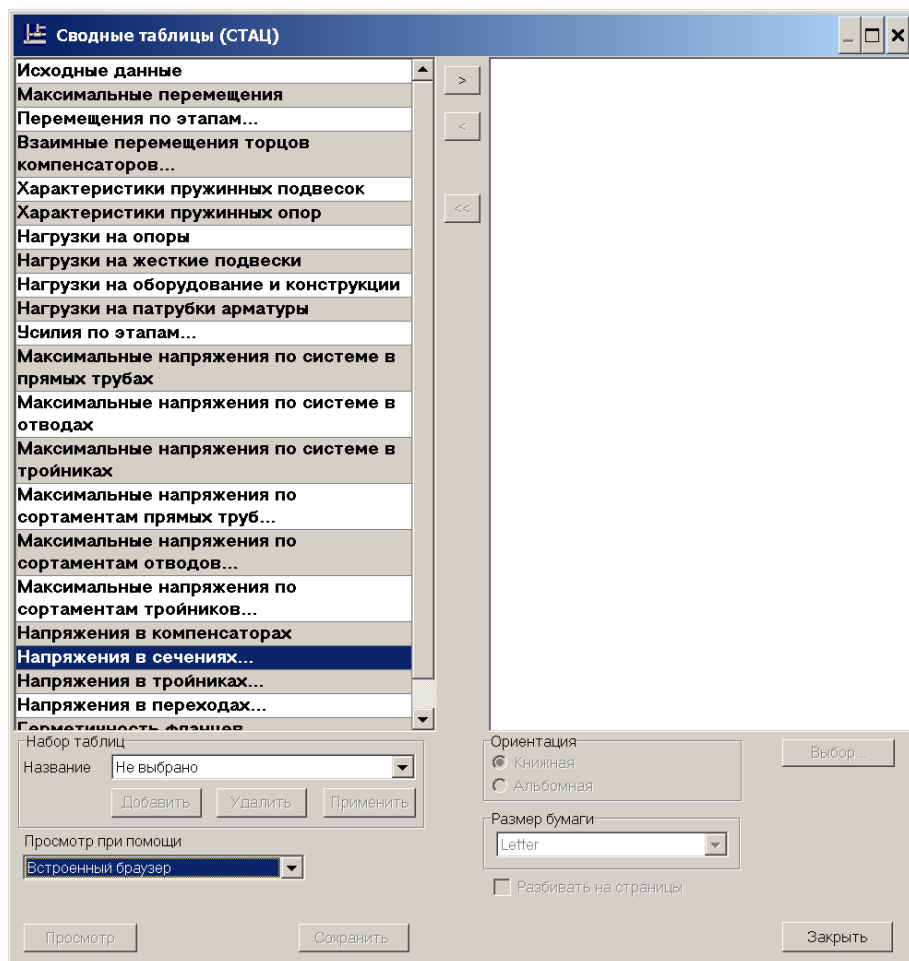


Масштаб изображения визуализируемого параметра настраивается с помощью кнопки *Масштаб...* на панели инструментов [Постмпроцессор](#), или настройкой подменю [Масштаб...](#) меню *Вид*.

Диапазоны и значения на шкале настраиваются с помощью кнопки *Настройка таблицы цветов* на панели инструментов [Постмпроцессор](#) или опции [Настройка таблицы цветов...](#) меню *Вид*.


### Сводные таблицы. Основные сведения


“Сводные таблицы” предназначены для формирования удобных информативных таблиц исходных данных и результатов расчета по запросу пользователя. Сформированные и сохраненные в виде файла таблицы можно затем просматривать и редактировать в программах Internet Explorer, Opera, Microsoft Office (Word, Excel), Open Office и др. Возможен вывод таблиц в единицах измерения, заказанные в меню *Файл*, [\*Настройки\*](#), закладка *Единицы измерения*. В левом списке диалога перечислены все доступные таблицы, содержащие исходные данные и результаты проведенного расчета. Список таблиц зависит от вида проведенного расчета, наличия элементов-деталей трубопровода и выбранных **Норм расчета**. Если название таблицы заканчивается многоточием, то предполагается дополнительный выбор параметров





В правом списке диалога пользователь формирует перечень таблиц, необходимых пользователю для просмотра/сохранения/редактирования. Все выбранные таблицы будут отображены в том же порядке, что и в сформированном пользователем списке. Порядок расположения таблиц в правом списке можно менять, перетаскивая название левой клавишей мыши.


Переместить название таблицы из левого списка в правый можно тремя способами:

- дважды нажать левой клавишей мыши название таблицы;
- перетаскивая название левой клавишей мыши;
- выделив название, нажать кнопку 

Если таблица предусматривает дальнейший выбор, например, сортов труб, то появится очередное диалоговое окно для выбора. Откорректировать выбор можно, отметив название таблицы в правой части окна, и дважды щёлкнув по нему левой клавишей мыши или при помощи кнопки *Выбор*. Для перемещения таблицы из правого списка в левый можно воспользоваться кнопкой  или перетащить таблицу левой клавишей мыши.

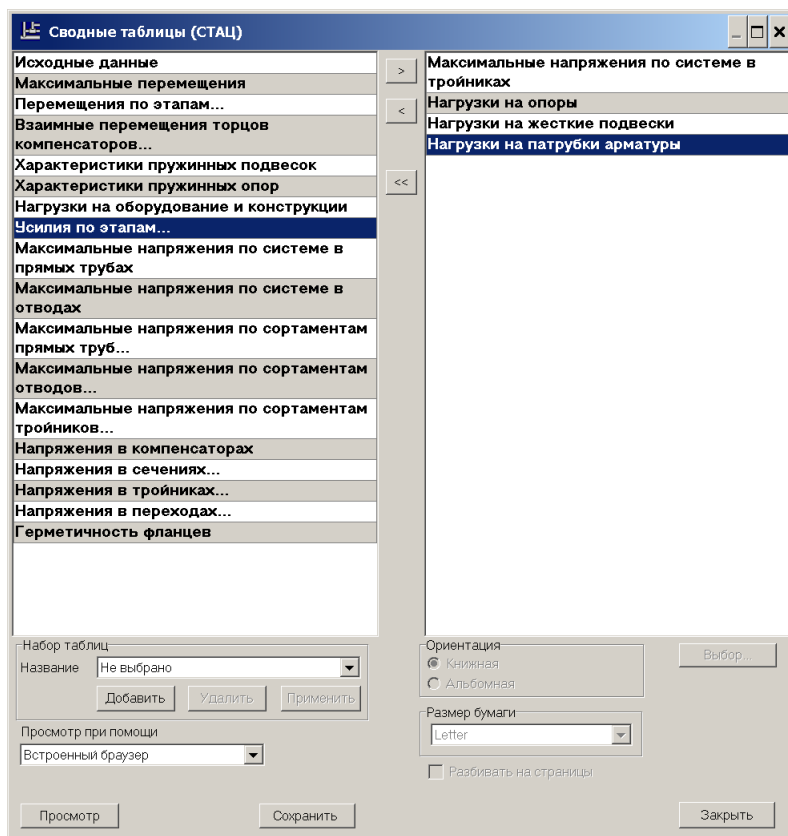
 – кнопка для перемещения выделенной таблицы из левого списка в правый.

 – кнопка для перемещения выделенной таблицы из правого списка в левый (удаление из списка выбранных таблиц).

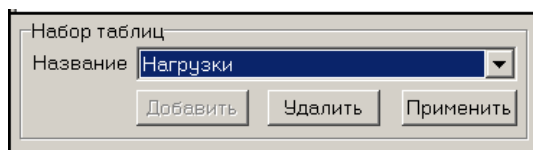
 – кнопка для перемещения всего списка таблиц из правого списка в левый (очистка правого списка).

Все сводные таблицы формируются для фрагмента расчётной модели, в частном случае, фрагмент может содержать всю расчётную модель (см пункт *Фрагментация* в меню *Редактор*). Для элементов трубопровода, заданных в узлах, вывод данных происходит в случае, если узел принадлежит фрагменту.

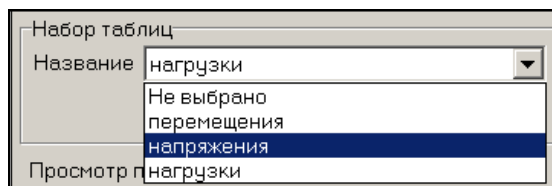
*Набор таблиц* – выбранный набор таблиц можно запомнить под своим названием, нажав кнопку *Добавить*.



В дальнейшем это название можно выбрать из сформированного списка наборов таблиц для вызова соответствующего набора в правый список сводных таблиц путем нажатия клавиши *Применить*.



- *Удалить* – выделить название для его удаления из списка набора таблиц и нажмите клавишу *Удалить*.
- *Применить* – для ввода в правый список сводных таблиц ранее заданного и именованного набора таблиц выделите его название и нажмите клавишу *Применить*.



- *Отмена* – выход из диалога без создания таблицы.
- *Просмотр* – кнопка открывает полученный файл для просмотра без выхода из программного комплекса **АСТРА-НОВА’2021**.

- *Просмотреть при помощи* – позволяет выбрать способ просмотра сформированных сводных таблиц (Встроенный браузер, Microsoft Office, Open Office, Внешний браузер). По умолчанию для просмотра сводных таблиц используется встроенный браузер, содержимое таблиц при этом отображается в окне **АСТРА-НОВА**. При выборе внешнего браузера используется Web браузер, установленный в системе по умолчанию (Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox и т.п.).

После нажатия кнопки *Просмотр* все перечисленные в правом окне таблицы откроются выбранным способом.

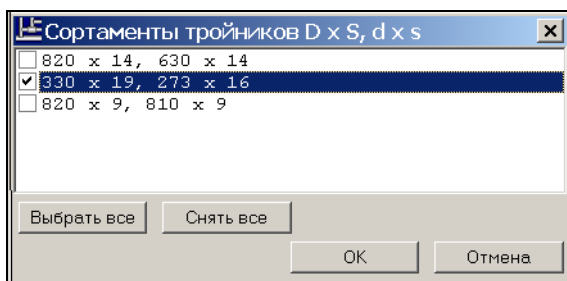
Чтобы сохранить для дальнейшей работы сгенерированные при помощи кнопки *Просмотр* таблицы, воспользуйтесь стандартной процедурой сохранения Windows через меню *Файл* пункт *Сохранить* или *Сохранить как...* Выберите нужный пункт и, указав имя, сохраните их в заданной Вами папке.

- *Сохранить* – кнопка открывает стандартное окно сохранения Windows, с помощью которого Вы можете сохранить сводные таблицы без просмотра, присвоив им имя.

Следующие опции доступны для всех средств для просмотра кроме *Встроенный браузер* и *Внешний браузер по умолчанию*:

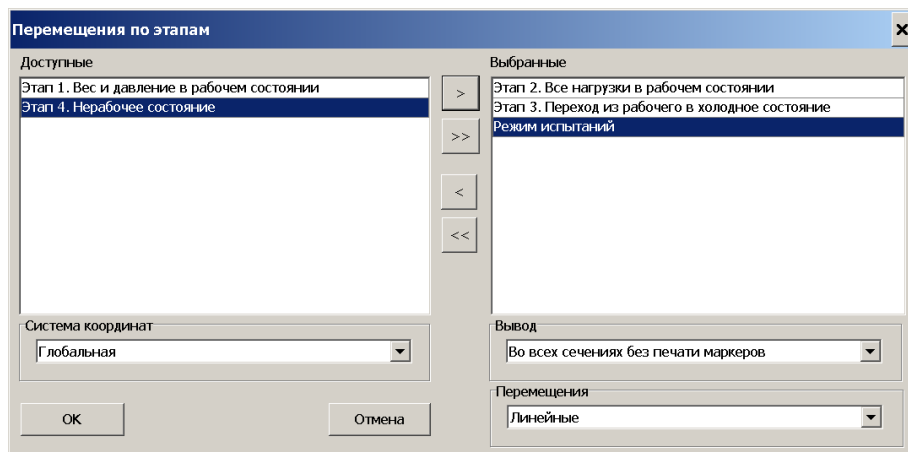
- *Ориентация* – выберите *Книжная* или *Альбомная*.
- *Размер бумаги* – выберите размер бумаги.
- *Разбивать на страницы* – опция разбивки на страницы.





Таблицы, название которых заканчивается многоточием, предлагают выбрать вариант заполнения содержимого таблицы, например, указать сортаменты труб, этапы расчета, номера собственных частот/форм и др. Используются два вида выбора параметров таблицы. Если окно имеет следующий вид:



следует поставить флажок в нужной позиции. Кнопка *Выбрать все* позволяет выделить все позиции. Отказаться от выделения можно с помощью кнопки *Снять все*.

Если выбрать предстоит из фиксированного списка, диалоговое окно может иметь следующий вид:



При этом для переноса выделенного названия из списка *Доступные* в формируемый правый список *Выбранные* нажмите кнопку . Для переноса полного списка нажмите кнопку . Для удаления одной позиции из правого поля выделите ее и нажмите кнопку . Для удаления всего списка справа нажмите кнопку .

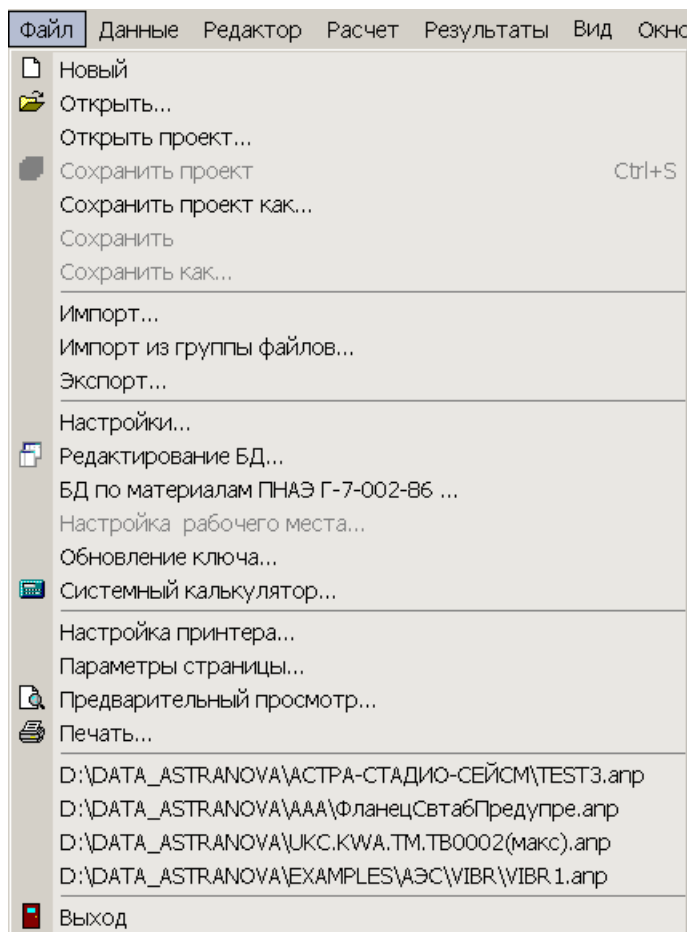
Для каждой таблицы выводятся следующие данные:

- *Имя проекта* – см. меню *Данные*, пункт *Общие данные...*, закладка [О проекте](#);
- *Объект* – см. меню *Данные*, пункт *Общие данные...*, закладка [О проекте](#);
- *Система* – см. меню *Данные*, пункт *Общие данные...*, закладка [О проекте](#);
- *Дата создания проекта* – см. меню *Данные*, пункт *Общие данные...*, закладка [О проекте](#);
- *Дата создания таблицы* – дата и время создания сводной таблицы;

Для каждой таблицы указывается её порядковый номер. Дополнительно указываются нормативный документ, расчётный модуль и номер версии, по которым проведён расчёт.

## Меню Файл

В этом меню Вы найдете основные команды работы с файлами и проектами.



Некоторые перечисленные пункты не активны, если в данный момент они не действуют.

Длина списка проектов (4–10) регулируется в окне *Длина списков файлов* закладки *Общие* пункта [Настройки](#) меню *Файл*.



<a href="#"><u>Новый</u></a>	Создание нового проекта
<a href="#"><u>Открыть</u></a>	Открытие файлов различных типов
<a href="#"><u>Открыть проект</u></a>	Открытие файла проекта *.anp
<a href="#"><u>Сохранить проект</u></a>	Сохранение проекта под тем же именем
<a href="#"><u>Сохранить проект как...</u></a>	Сохранение проекта под другим именем
<a href="#"><u>Сохранить</u></a>	Сохранение текстового файла
<a href="#"><u>Сохранить как...</u></a>	Сохранение текстового файла под другим именем
<a href="#"><u>Импорт</u></a>	Импорт данных
<a href="#"><u>Импорт из группы файлов</u></a>	Импорт из группы файлов
<a href="#"><u>Экспорт</u></a>	Экспорт данных
<a href="#"><u>Настройки</u></a>	Вызов диалога <a href="#"><u>Настройки</u></a> , где можно определить различные параметры <b>АСТРА-НОВА</b>
<a href="#"><u>Редактирование БД</u></a>	Вызов приложения для редактирования и пополнения баз данных (см. также <a href="#"><u>Базы данных</u></a> )
<a href="#"><u>Редактирование БД по материалам</u></a>	Вызов диалога для редактирования и пополнения баз данных (см. также <a href="#"><u>Базы данных</u></a> )
<a href="#"><u>Настройка рабочего места</u></a>	Вызов приложения config.exe для настройки загружаемых лицензий для данного рабочего места
<a href="#"><u>Обновление ключа</u></a>	Вызов приложения hasprus.exe для получения и обновления данных электронного ключа защиты
<a href="#"><u>Системный калькулятор</u></a>	Вызов приложения Windows "Системный калькулятор"
<a href="#"><u>Настройка принтера</u></a>	Настройки параметров принтера
<a href="#"><u>Параметры страницы</u></a>	Настройки параметров страницы
<a href="#"><u>Предварительный просмотр</u></a>	Предварительный просмотр активного документа
<a href="#"><u>Печать</u></a>	Печать активного документа
<a href="#"><u>Загрузка последнего открытого проекта</u></a>	Содержит список недавно открытых проектов
<a href="#"><u>Выход</u></a>	Выход из программы <b>АСТРА-НОВА</b>

Все данные о расчетной модели хранятся в файле проекта, имеющего расширение \*.anp.

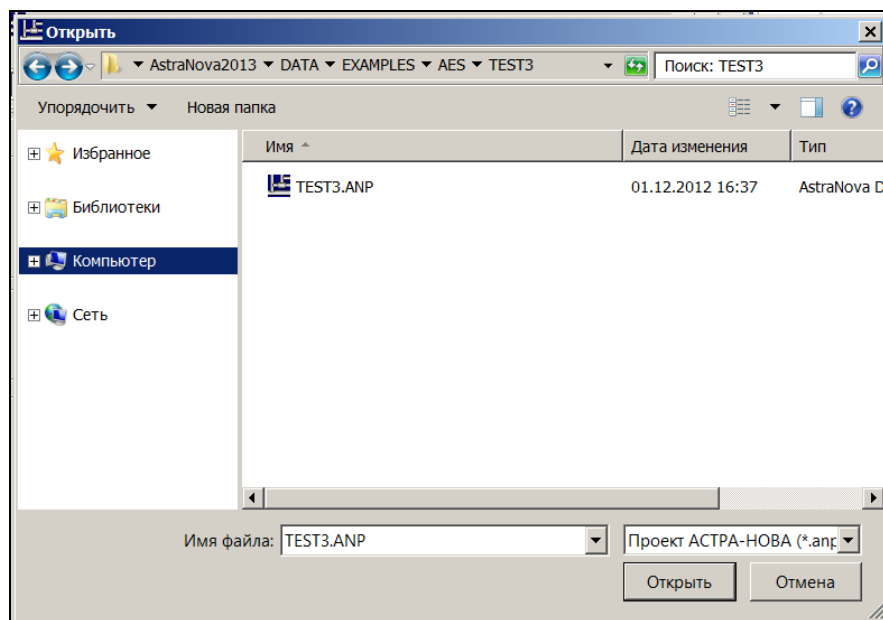
Информация с результатами расчетов, сводными таблицами, и данными, необходимыми для визуализации проектов, записывается в папку проекта. Файлы с результатами имеют те же имена, что и проект, и различные расширения (\*.rsta, \*.fre, \*.rsei, \*.lsei и др.). При необходимости некоторые из этих файлов доступны для автономной работы, а не только в рамках работы с проектом.

## Новый

С помощью команды Новый в меню *Файл* можно создать новый проект. Дальнейшая последовательность задания расчетной модели изложена в разделе [Сценарий создания расчетной модели](#) (АСТРА-НОВА’2021) данного документа.

## Открыть

С помощью команды Открыть в меню *Файл* можно открыть проект АСТРА-НОВА’2021, проекты АСТРА более ранних версий (\*.apг, \*.tpr, \*.npr), а также открыть текстовый документ для дальнейшей обработки.

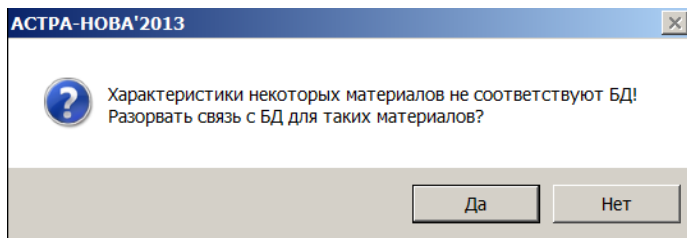


1. Выбрать тип файла.
2. Выбрать файл, который нужно открыть.
3. Подтвердить выбор нажатием кнопки *Открыть*.

*АСТРА-НОВА’2021* поддерживает следующие форматы:

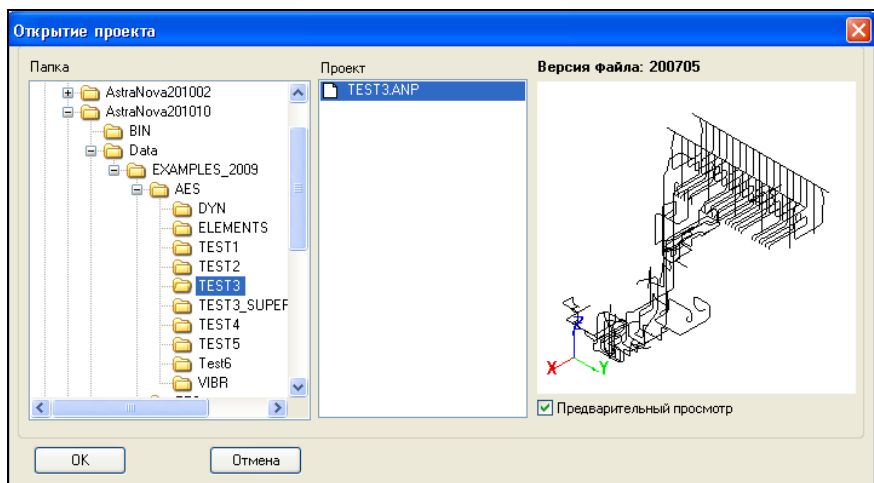
- 1.1. Файл данных *АСТРА-НОВА’2017*, *АСТРА-НОВА’2015*, *АСТРА-НОВА’2013*, *АСТРА-НОВА’2011*, *АСТРА-НОВА’2009*, *АСТРА-НОВА’2007*, *АСТРА-НОВА’2005*, *АСТРА-НОВА’2003* (\*.anp).
- 1.2. Файлы данных *АСТРА-НОВА’2001* (\*.apг – *АСТРА-АЭС*, \*.tpr – *АСТРА-ТЭС*, \*.npr – *АСТРА-НЕФТЕХИМ*).

После открытия проекта *АСТРА-НОВА*, в случае отличия характеристик материала, взятых из БД, с характеристиками на деталях, может появиться следующее сообщение:



При нажатии кнопки *Да* связь с БД разрывается, на деталях остаются ранее введенные характеристики материалов, которые можно изменить. При нажатии кнопки *Нет* связь с БД сохраняется, характеристики материалов считываются из БД.

## Открыть проект



С помощью команды Открыть проект в меню *Файл* можно открыть уже существующий проект *АСТРА-НОВА* (с расширением .anp). В правом верхнем углу окна указывается версия *АСТРА-НОВА*, в которой был создан открываемый файл. При наличии флажка в поле *Предварительный просмотр* Вы увидите расчетную модель. После нажатия кнопки *ОК*, откроется выбранный проект. При нажатии кнопки *Отмена* – выход без выбора проекта.

Если при выборе проекта в списке *Проект*, кнопка *ОК* остаётся неактивной, значит выбранный файл создан в более новой версии программы, повреждён или не является файлом проекта *АСТРА-НОВА*.

## Сохранить проект

С помощью команды [Сохранить проект](#) программа запишет последние изменения на диск. При этом очистится буфер отката.

## Сохранить проект как...

С помощью команды [Сохранить проект как...](#) можно сохранить проект под новым именем. После этого следует ввести новое имя проекта. При положительном ответе на вопрос в появившемся сообщении *Сохранить результаты расчёта?*, также будут сохранены доступные результаты. Последующие изменения производятся в проекте с новым именем. Эта возможность нужна, если требуется сохранить несколько незаконченных состояний или версий проекта.

Введите имя, под которым будете сохранять данные расчетной модели.

Нажмите кнопку *Сохранить*.

## Сохранить

С помощью команды [Сохранить](#) можно сохранить активный текстовый документ.

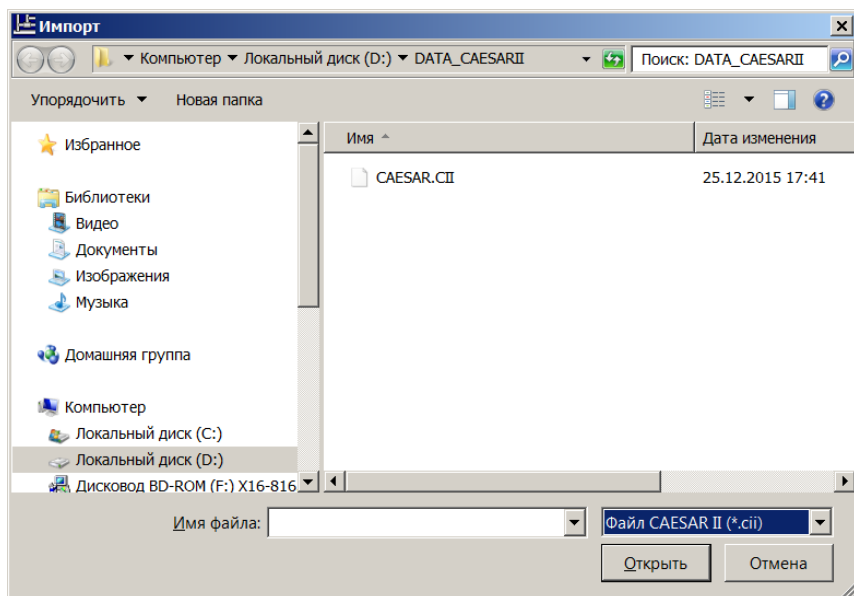
## Сохранить как...

С помощью команды [Сохранить как...](#) можно сохранить активный текстовый документ под другим именем. Программа запросит имя текстового файла. Последующие изменения производятся в файле с новым именем.

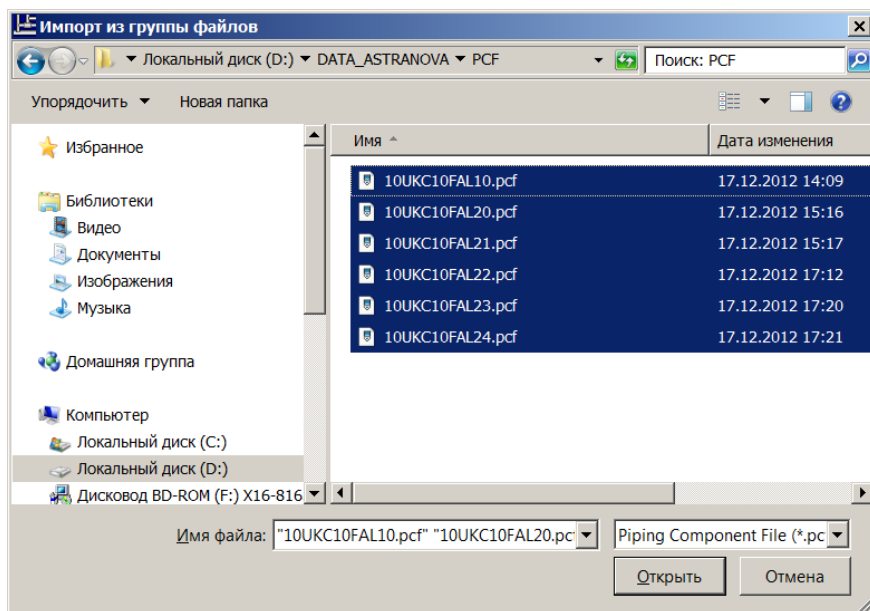
## Импорт

Программы **АСТРА-НОВА** позволяет импортировать данные из некоторых расчётных программ, а также САПР. Поддерживаются следующие типы файлов

- Файл АСТРА-САПР (\*.aef)
- DAT-файл АСТРА-НОВА до версии 6.2 (\*.dat)
- Файл CAESAR II (\*.cii)
- Файл открытого формата СТАРТa (\*.ini)
- Файл исходных данных СТАРТa (\*.isx)
- Файл исходных данных СТАРТa (\*.txt)
- Piping Component File (\*.pcf)
- Файл AutoCAD (\*.dxf)
- Файл CADWorx Plant (\*.pmf)
- Проект PVP-design (\*.ppv)



## Импорт из группы файлов



Импорт данных из группы файлов \*.pcf (Piping Component File ).

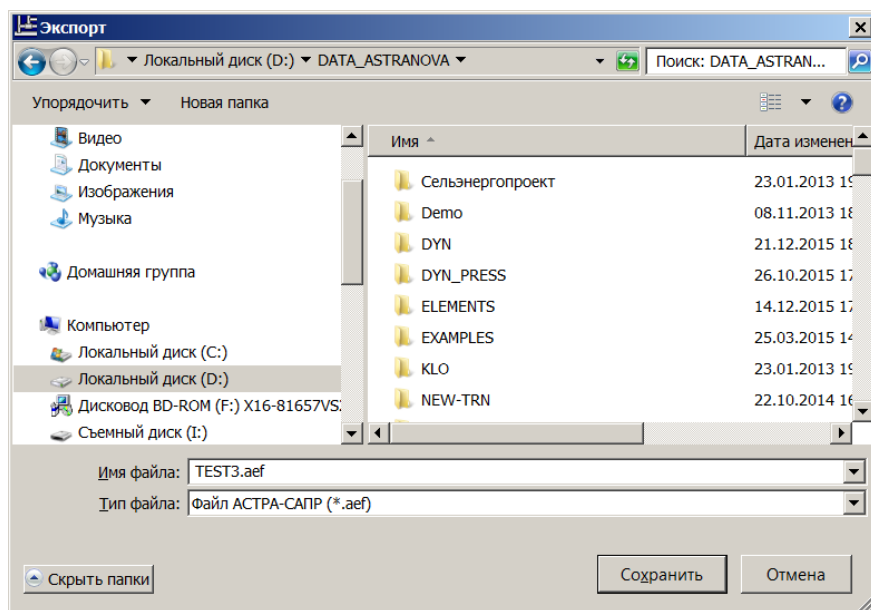
## Экспорт

Программа **АСТРА-НОВА'2021** позволяет экспортировать данные из файлов следующих форматов:

- Файл АСТРА-САПР (\*.aef)
- Файл AutoCAD (\*.dxf)
- Piping Component File (\*.pcf)
- Файл CADWorx Plant (\*.pmf)|
- Файл CAESAR II (\*.cii)
- Расчетная модель СТАДИО (\*.sdo)

Осевую линию трубопровода в AutoCAD можно сохранить при помощи DXF-файла.

В поле *Тип файла* выберите нужный тип.



## Настройки

Этот пункт в меню [Файл](#) вызывает следующий диалог

## Закладка Общие

**Настройки**

Общие | Шрифты | Цвета | ПОСТ | Единицы изм.

☒ Быстрая перерисовка при видовых преобразованиях

Автосохранение

☒ Включить

Интервал  мин.

☒ Подтверждение сохранения

☒ Сохранять предыдущий вариант

Длина списка файлов

Точность представления координат при чтении из САПР  мм

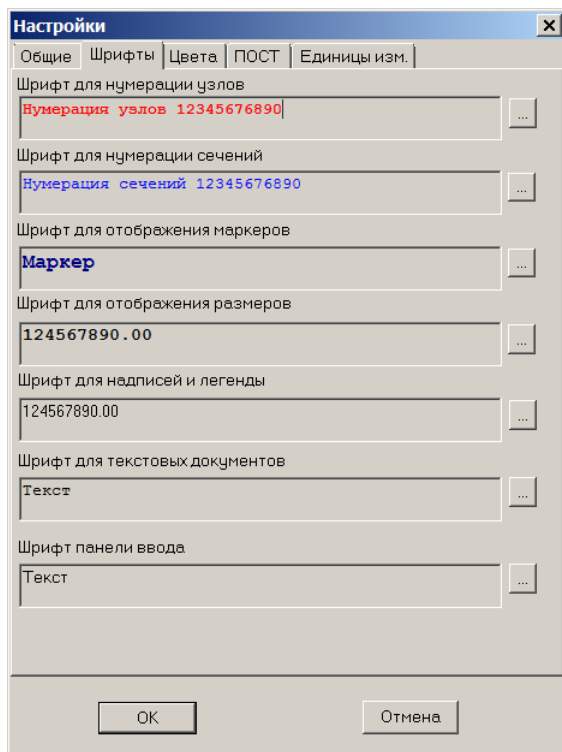
Путь до баз данных

...

Здесь задаются следующие параметры:

- способ перерисовки трубопровода при видовых преобразованиях (полная перерисовка или только осевая линия);
- параметры автосохранения проекта;
- длина списка файлов последних открытых проектов (от 1 до 10, по умолчанию используется значение 4);
- точность представления координат при чтении из САПР, см. [Импорт](#);
- путь до базы данных. Указывается путь до базы данных, который будет использоваться для всех установленных на данном компьютере **АСТРА-НОВА'2021**. По умолчанию при установке программы, базы данных расположены в папке DATABASES, которая, в свою очередь, расположена в папке установки программы. При помощи кнопки ... возможно изменить путь до базы данных. Кнопка *Путь по умолчанию* устанавливает путь до базы данных по умолчанию;

## Закладка Шрифты

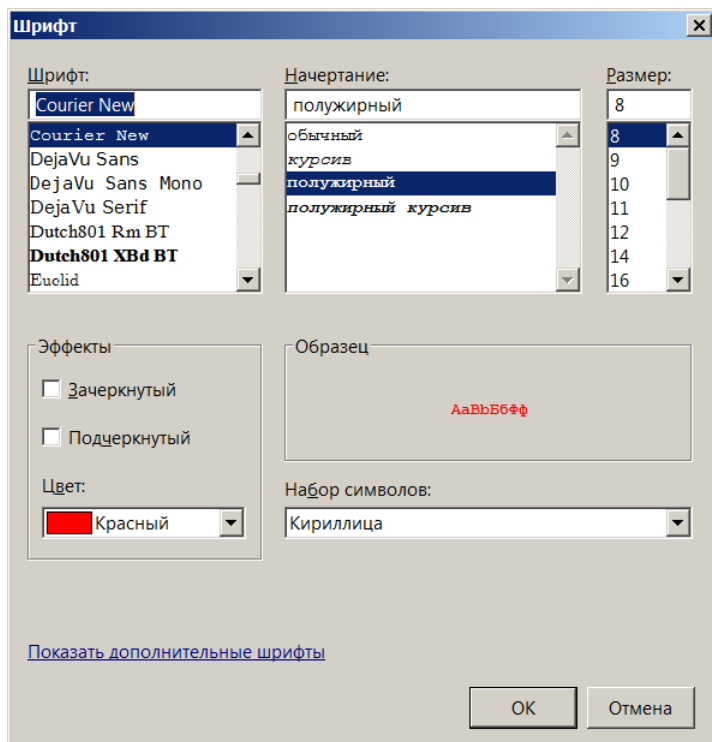


Здесь можно выбирать шрифты:

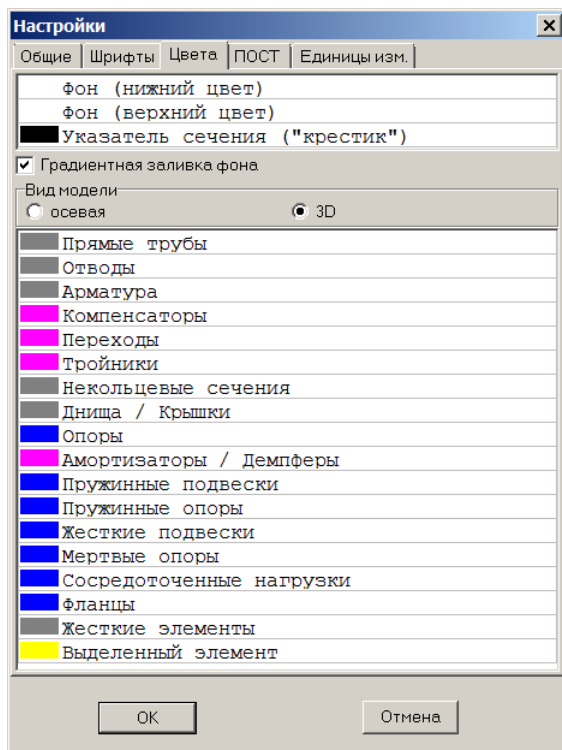
- шрифт для отображения номеров узлов;
- шрифт для отображения номеров сечений;
- шрифт для отображения маркеров;
- шрифт для отображения размеров – длин деталей, и т.п.
- шрифт для надписей и легенды;
- шрифт для отображения содержимого текстовых документов;
- шрифт Панели ввода.

Для выбора шрифта нажмите кнопку справа. При этом появится стандартный диалог Windows для выбора шрифта.





## Закладка Цвета

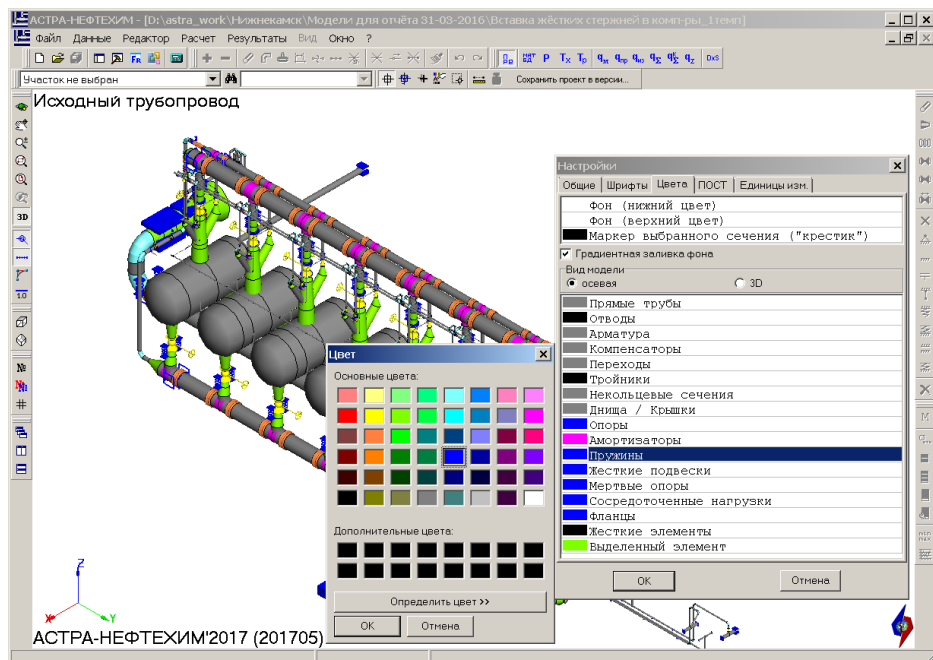


Здесь Вы можете менять цвета фона, указателя сечения («крестик») и элементов трубопровода по Вашему вкусу. По желанию можно использовать градиентную заливку фона (плавное изменение цвета от Цвета 1 внизу графического окна до Цвета 2 – вверху). Для этого надо поставить флажок в соответствующем поле.

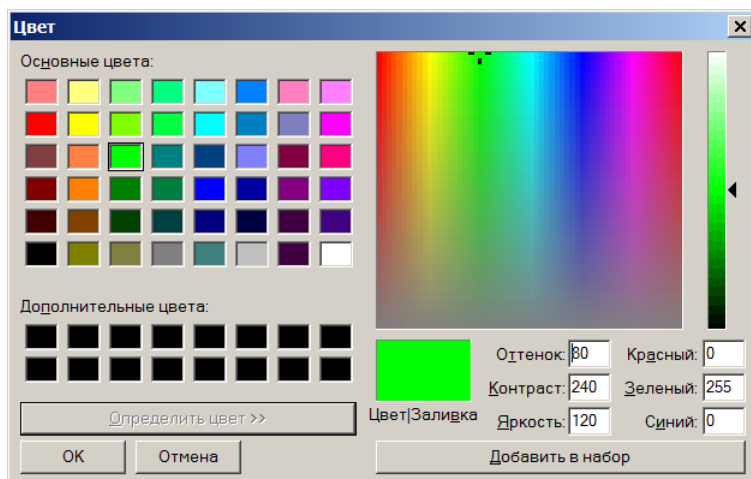
Меню вызывается из основного меню Вид. Элементы трубопровода и оборудования можно отметить при визуализации расчетной модели своим цветом.

Цветовые палитры настраиваются независимо друг от друга для визуализации:

- объемной (3D) и ниточной схемы в *Препроцессоре*;
- объемной (3D) и ниточной схемы в *Постпроцессоре*, см. пункт *Настройки*, закладка *ПОСТ* (при визуализации деформированной модели (визуализируется только деформированная схема, без изополей и эпюр)).



Для замены цвета изображения необходимо нажать один раз левой клавишей мыши на поле цвета соответствующего элемента. При этом появляется диалоговое окно *Цвет*, где представлены основные цвета и поле *Дополнительные цвета*.

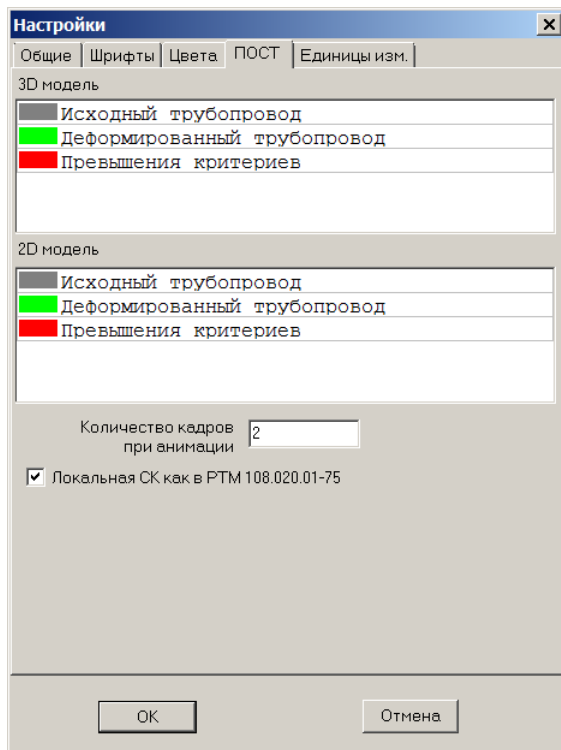


В это поле можно занести нужный Вам цвет, отсутствующий в основной палитре, нажав левой клавишей на кнопку *Определить цвет >>*. В появившемся диалоговом

Москва, 2020

окне выберите цвет, используя указатель цветовой гаммы в широком поле и, при необходимости, измените стандартные установки цветовой интенсивности, передвигая движок-указатель справа от узкого цветового поля. После нажатия кнопки *Добавить в набор* заказанный Вами цвет будет занесен в поле *Дополнительные цвета*, из которого Вы можете его выбрать для обозначения элемента трубопровода. При выходе для сохранения новых назначений цветов нажмите кнопку *ОК*.

## Закладка ПОСТ



Здесь можно настроить цвета для визуализации результатов расчета (перемещений) на осевой и объемной моделях, указать количество кадров от 2 до 10 при анимации собственных форм колебаний. Чем больше кадров, тем анимация выполняется более плавно, однако в этом случае возрастает время подготовки анимации.

В зависимости от отсутствия или наличия флажка *Локальная СК как в РТМ 108.020.01–75* при визуализации перемещений в локальной системе координат используются различные локальные системы координат (СК):

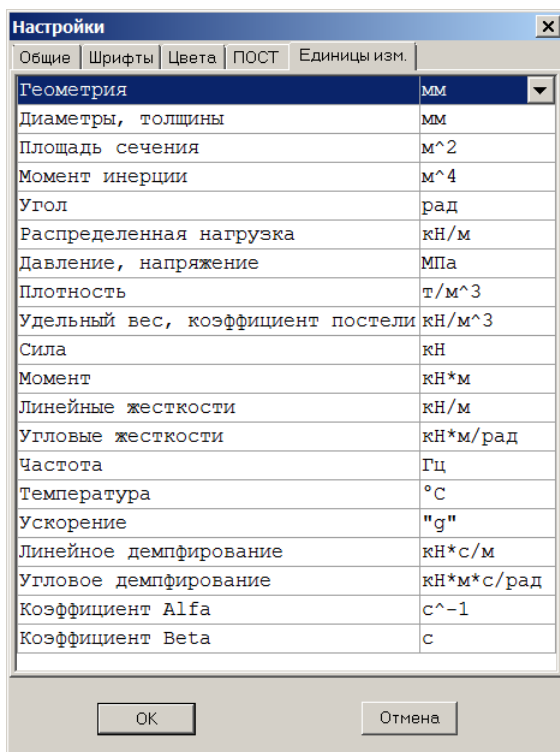
- используется *Локальная СК как в РТМ 108.020.01–75*: ось  $Z'$  – направлена по оси трубы; для прямолинейных труб оси  $X'$  и  $Y'$  находятся в плоскости

поперечного сечения трубы; в отводах (гибах) ось  $X'$  направлена из плоскостигиба,  $Y'$  – в плоскостигиба.

- при отсутствии флажка используется иная локальная система координат: ось  $Z'$  – направлена по оси трубы; оси  $X'$  и  $Y'$  находятся в плоскости поперечного сечения прямо- и криволинейных труб.

Построение ЛСК подробно описано в [76, приложение 2, раздел 3]


## Закладка Единицы измерения



Настройки	
Общие   Шрифты   Цвета   ПОСТ   Единицы изм.	
Геометрия	мм
Диаметры, толщины	мм
Площадь сечения	м <sup>2</sup>
Момент инерции	м <sup>4</sup>
Угол	рад
Распределенная нагрузка	кН/м
Давление, напряжение	МПа
Плотность	т/м <sup>3</sup>
Удельный вес, коэффициент постели	кН/м <sup>3</sup>
Сила	кН
Момент	кН*м
Линейные жесткости	кН/м
Угловые жесткости	кН*м/рад
Частота	Гц
Температура	°C
Ускорение	"g"
Линейное демпфирование	кН*с/м
Угловое демпфирование	кН*м*с/рад
Коэффициент Alfa	с <sup>-1</sup>
Коэффициент Beta	с

OK Отмена

Здесь можно настраивать единицы измерения для задания исходных данных и отображения результатов при их визуализации и в сводных таблицах.

Список единиц измерения данного параметра доступен в правом поле при нажатии кнопки . На нижнем рисунке показан выбор из списка (нажатием левой клавишей мыши) единиц измерения для задания геометрии осевой линии трубопровода.



## Редактирование БД...

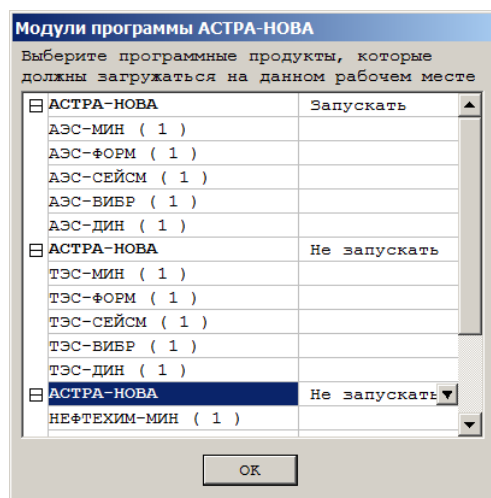
Этот пункт в меню [Файл](#) вызывает программу редактирования баз данных по материалам, трубам, отводам, тройникам, переходам, арматуре, компенсаторам, пружинам, опорам, грунтам и динамическим (сейсмическим, вибрационным и динамическим) воздействиям. Подробности [см. в разделе Базы данных](#).

## Редактирование БД по материалам...

Этот пункт в меню [Файл](#) вызывает диалог для добавления и редактирования базы данных по материалам для выбранных норм расчёта (см. пункт [Общие данные](#) меню [Данные](#)).. Подробности см в разделе [База данных по материалам](#)

## Настройка рабочего места

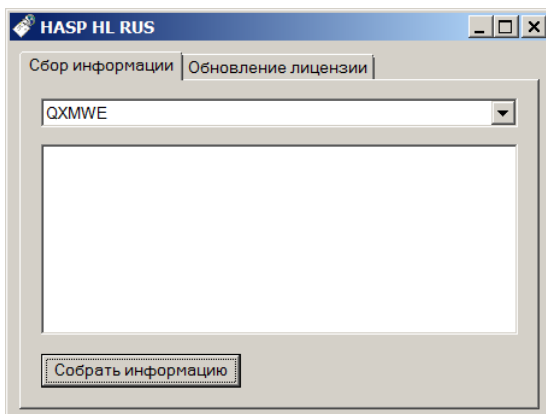
Этот пункт в меню [Файл](#) вызывает внешнюю программу CONFIG.EXE, предназначенную для настройки загружаемых на данном рабочем месте модулей программы АСТРА-НОВА с сетевым ключом.



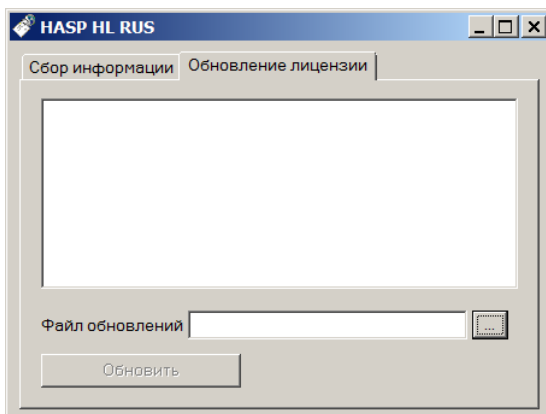
## Обновление ключа

Этот пункт в меню Файл вызывает внешнюю программу HASPRUS.EXE, предназначенную для чтения и обновления данных в электронном ключе. Следует убедиться что ключ установлен на том же компьютере, где запускается приложение HASPRUS.EXE.

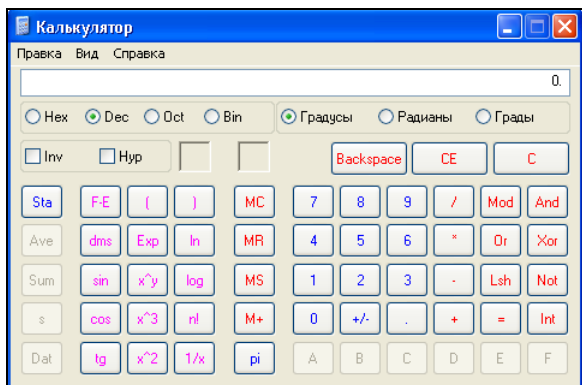
Для сбора информации о ключе на вкладке *Сбор информации* в списке необходимо выбрать правильный код ключа (QXMWE или ОПАТ, данный код указан на наклейке на корпусе ключа) и нажать кнопку *Сбор информации*. Затем следует указать имя файла с расширением **c2v** в который будет сохранена текущая информация, записанная в ключе. Этот файл необходимо прислать на адрес разработчика [stadyo@stadyo.ru](mailto:stadyo@stadyo.ru) для дальнейшей генерации файла **v2c** с обновлением прошивки ключа.



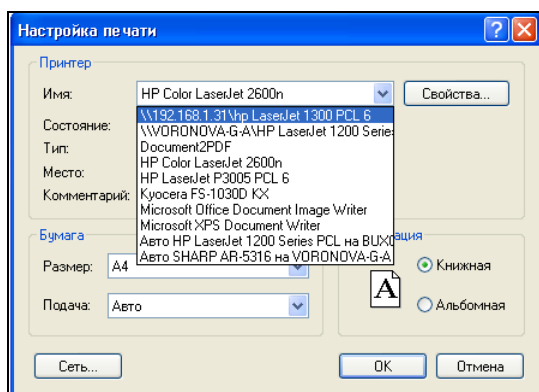
Для обновления прошивки ключа необходимо на вкладке *Обновление лицензии* указать имя файла **v2c** с обновлением и нажать кнопку *Обновить*.



## Системный калькулятор



## Настройка принтера

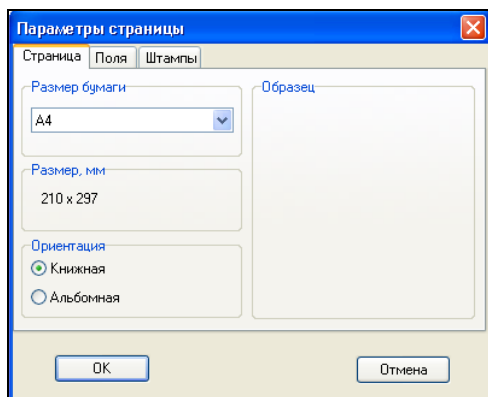




## Параметры страницы

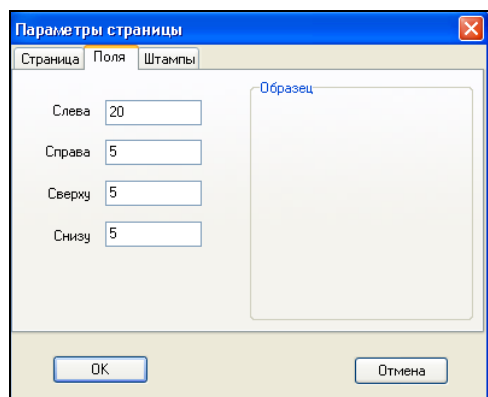
Диалог *Параметры страницы* предназначен для настройки параметров страницы при печати на принтер.

### *Закладка Страница*



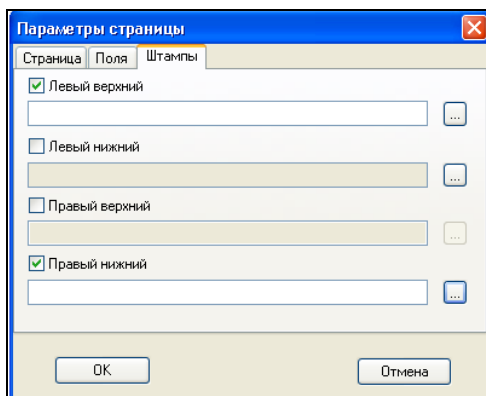
В закладке *Страница* выбираются размер бумаги и ориентация листа при печати

### *Закладка Поля*



В данной закладке задаётся величина отступов от краёв листа до рамки (см. [Предварительный просмотр](#)).

### *Закладка Штампы*



В данной закладке к обрамлению листа могут быть добавлены штампы. Штамп, состоящий из линий, хранится в dxf-файле AutoCAD. В штамп может быть добавлена текстовая информация. Для добавления информации, связанной с текущим проектом, в штамп служат следующие переменные, которые пользователь добавляет в текст на чертеже штампа:

**%DIR%** – название рабочей директории, в которой расположен текущий проект;

**%NAME%** – название проекта АСТРА-НОВА;

**%DATE%** – текущая дата;

**%TITLE%** – название в левом верхнем углу активного графического окна АСТРА-НОВА.

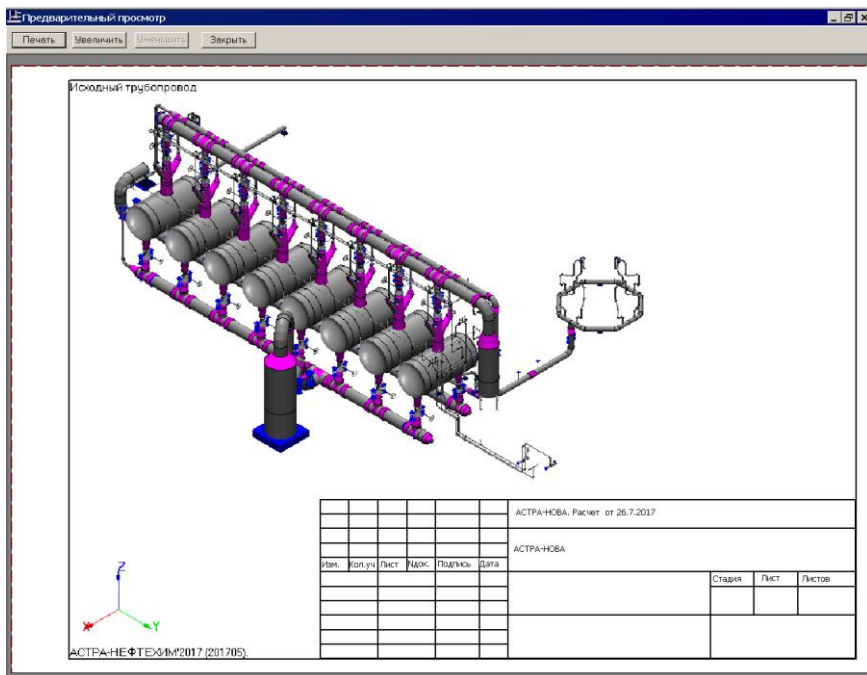
В случае наличия вышеперечисленных переменных в dxf-файле штампа, при использовании функций [Печать](#) и [Предварительный просмотр](#), они заменяются соответствующей актуальной информацией (название рабочей директории, название проекта, текущая дата, название графического окна) по проекту.

						АСТРА-НОВА. Расчет %DIRNAME% от %DATE%		
						%TITLE%		
Изм.	Кол-во	Лист	Индок.	Подпись	Дата		Стадия	Лист
								Листов

## Предварительный просмотр

Пункт *Предварительный просмотр* предназначен для предварительного просмотра перед печатью активного графического окна. По краям листа рисуется рамка. Ширина полей рамки регулируется в закладке *Поля* диалога [Параметры страницы](#). По краям листа рисуется красная пунктирная рамка, показывающая

область печати выбранного принтера. Для выбора принтера предназначен диалог [Настройка принтера](#). Вид, ракурс, расположение модели берётся с активного графического окна. К обрамлению листа могут быть добавлены штампы при помощи диалога [Параметры страницы](#), закладка *Штампы*. Для удачного расположения изображения на листе также можно менять размеры активного графического окна. Рекомендуется, для лучшего заполнения пространства листа задавать размер активного графического окна пропорциональным области печати с учётом рамки



## Печать

Печать содержимого активного текстового окна происходит по команде *Печать* в меню *Файл*.

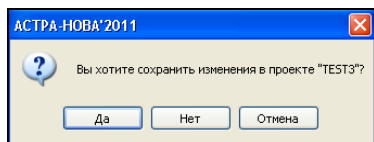
## Загрузка последнего открытого проекта

Последний открываемый проект может быть быстро открыт, если выбрать его имя в списке последних открываемых проектов. Длина списка настраивается с помощью пункта [Настройки](#) меню *Файл* (закладка [Общие](#)).

## Выход

Сеанс работы с комплексом *АСТРА-НОВА* может быть завершён командой *Выход* в меню *Файл*.

Если проект был изменен с момента открытия, пользователь получит запрос о том, сохранять или нет проект перед выходом.



## Меню Данные

Это меню содержит пункты, позволяющие вводить и модифицировать данные, общие для всей модели.

Общие данные
Автоматическая вставка сечений...
Удалить автоматически вставленные сечения
Автоматическая расстановка масс...
Удаление масс на выделенных участках
Материалы...
Сейсмические воздействия...
Вибрационные воздействия...
Динамические воздействия...
Температурные истории...
Грунты...
Учет матричных суперэлементов...
Формирование матричных суперэлементов...
Проверка данных
Измерение ▶
Визуализация исходных данных...
Исходные данные (таблица)

<u>Общие данные</u>	Вызов диалога для редактирования общих данных схемы
<u>Автоматическая вставка сечений...</u>	Автоматическая вставка сечений на выделенных участках
<u>Удалить автоматически вставленные сечения</u>	Удаление автоматически вставленных сечений на выделенных участках
<u>Автоматическая расстановка масс...</u>	Расстановка динамические степени свободы во всех сечениях на выделенных участках
<u>Удаление масс на выделенных участках</u>	На выделенных участках будут удалены динамические степени свободы во всех сечениях
<b>Материалы</b>	Вызов диалога для добавления, удаления и редактирования материалов
<u>Сейсмические воздействия...</u>	Вызов диалога для добавления, удаления и редактирования сейсмовоздействий
<u>Вибрационные воздействия...</u>	Вызов диалога для добавления, удаления и редактирования вибрационных воздействий
<u>Динамические воздействия...</u>	Вызов диалога для добавления, удаления и редактирования динамических воздействий
<u>Температурные истории...</u>	Вызов диалога для добавления, удаления и редактирования температурных историй
<u>Грунты...</u>	Вызов диалога для добавления, удаления и редактирования грунтов
<u>Учет матричных суперэлементов...</u>	Вызов диалога для учета матричных суперэлементов во время расчета
<u>Формирование матричных суперэлементов...</u>	Вызов диалога для формирования матричных суперэлементов
<u>Проверка данных</u>	Запуск проверки исходных данных расчётной модели
<u>Исходные данные (таблица)</u>	Вывод сводной таблицы исходных данных на экран
<u>Визуализация исходных данных...</u>	Вызов диалога для выбора визуализируемого параметра

## Общие данные

Диалог для редактирования общих данных схемы появляется при выборе пункта Общие данные в меню *Данные*.

### Закладка Общие данные

*АЭС, ТЭС, НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013), СУДПРОМ:*

The image shows a software dialog box titled "Общие данные расчетной схемы" (General data of the calculation scheme). It has three tabs: "Общие данные" (selected), "О проекте...", and "Параметры". The "Общие данные" tab contains several input fields and dropdown menus:

- "Номер последнего внутреннего узла" (Number of the last internal node): 116
- "Число участков" (Number of sections): 179
- "Нормы расчета" (Calculation norms): АСТРА-АЭС (ПНАЭ Г-7-002-86)
- "Тип трубопровода" (Pipe type): Низкотемпературный
- "Коэффициент перегрузки" (Overload coefficient): 1.4
- "Количество 'дополнительных' режимов" (Number of 'additional' modes): 0
- "Учёт трения" (Friction accounting): Методика института "Гипрокаучук"

At the bottom of the dialog are two buttons: "ОК" and "Отмена".

### НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94):

**Общие данные расчетной схемы**

Общие данные | О проекте... | Параметры

Номер последнего внутреннего узла: 116

Число участков: 179

Нормы расчета: АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94)

Тип трубопровода: Среднетемпературный

Коэффициент перегрузки по температурным деформациям: 1.4

Количество "дополнительных" режимов: 0

Учёт трения: Методика института "Гипрокаучук"

OK Отмена

### ТЕПЛОСЕТЬ, МАГИСТР, СВД:

**Общие данные расчетной схемы**

Общие данные | О проекте... | Параметры

Номер последнего внутреннего узла: 116

Число участков: 179

Нормы расчета: АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)

Тип трубопровода: Низкотемпературный

Количество "дополнительных" режимов: 0

Учёт трения: Методика института "Гипрокаучук"

OK Отмена

- *Номер последнего внутреннего узла* – номер последнего внутреннего узла расчетной схемы. Все узлы, номера которых превышают заданное число, считаются



внешними. Количество внутренних узлов не должно превышать 4000. Задается пользователем, по умолчанию равно 4000. Данный параметр можно не изменять.

- *Число участков* – количество неразветвленных участков модели (суперэлементов) в диапазоне от 1 до 4000. Данное поле не заполняется, а носит информационный характер. Счет участкам ведется автоматически.

- *Нормы расчета* – выбор **Норм расчета:**

**АСТРА-АЭС** (ПНАЭ Г-7-002–86)

**АСТРА-ТЭС** (РД 10-249–98)

**АСТРА-НЕФТЕХИМ** (РТМ 38.001–94)

**АСТРА-НЕФТЕХИМ** (ГОСТ 32388-2013)

**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ** (РД 10-400–01)

**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ** (ГОСТ Р 55596-2013)

**АСТРА-МАГИСТР** (СНиП 2.05.06–85\*)

**АСТРА-МАГИСТР** (СП 36.13330.2012)

**АСТРА-МАГИСТР** (ГОСТ Р 55989-2014)

**АСТРА-МАГИСТР** (ГОСТ Р 55990-2014)

**АСТРА-СВД** (ГОСТ Р 55600-2013)

**АСТРА-СВД** (РД РТМ 26-01-44-78)

**АСТРА-СУДПРОМ** (РД5Р 4322-86)

- *Тип трубопровода* – отметьте нужный тип трубопровода в соответствии с **Нормами: АЭС, ТЭС, СВД, СУДПРОМ** – низкотемпературный или высокотемпературный, для **НЕФТЕХИМ** (РТМ 38.001-94) среднетемпературный или высокотемпературный, для **НЕФТЕХИМ** (ГОСТ 32388-2013) низкотемпературный, среднетемпературный или высокотемпературный.

- *Коэффициент перегрузки (АЭС, ТЭС, НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013), СУДПРОМ)* – коэффициент (действительное число), больший или равный 1,0, на который умножаются расчетные силовые факторы (силы и моменты) при определении продольных напряжений. Значение рекомендуется принимать в соответствии с нормами расчета [1, 2, 4]. В случае отсутствия в нормах соответствующих рекомендаций коэффициент перегрузки следует принимать равным единице.

- *Коэффициент перегрузки по температурным деформациям (НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94))* – действительное число, значение рекомендуется принимать равным 1,2 в соответствии с таблицей 2.1 [3].

- *Количество дополнительных режимов* – возможно задание до 3-х дополнительных эксплуатационных режимов, на которые будет произведен расчет схемы одновременно с основным статическим расчетом. Задание параметров этих режимов см. список [Общие](#) (Панель ввода Закладка Детали).

- *Учет трения* – в программе реализован учет трения по различным методикам. Здесь Вы можете осуществить свой выбор.

- *Трение не учитывается* – трение не учитывается. Расчет ведется без учета трения в скользящих и направляющих опорах, даже если заданы ненулевые коэффициенты трения для опор. Для подземных (наземных в насыпи) трубопроводов трение трубопровода (изоляции) о грунт учитывается **всегда**.

- *Методика института “Гипрокаучук” [83]* – трение учитывается при действии на трубопровод всех нагружающих факторов отдельно в рабочем (этап 2) и холодном (этап 4) состояниях. Для низкотемпературных трубопроводов переход из

рабочего состояния в холодное (перемещения и напряжения этапа 3) определяется как разница между рабочим и холодным состояниями, для высокотемпературных – как самостоятельный этап без учета трения.

- *Методика НПО ЦКТИ* [80] – трение учитывается при переходе из рабочего состояния в холодное (этап 3). В рабочем состоянии трубопровода (этап 2) к имеющимся воздействиям (вес, температура, давление и т.д.) добавляются силы трения, определенные при переходе из рабочего состояния в холодное. В холодном состоянии силы трения не учитываются. Не рекомендуется для высокотемпературных трубопроводов.

В обеих методиках трение движения моделируется эквивалентными линейными упругими фиктивными горизонтальными связями, жесткость которых подбирается в гарантированно сходящемся итерационном процессе так, чтобы произведение жесткости связи на ее перемещение равнялось (с точностью до 0,1%) силе трения, т.е. произведению нормальной реакции на коэффициент трения.

При учете трения по методике НПО ЦКТИ для трубопроводов с односторонними опорами и (или) жесткими подвесками и (или) участками в грунте расчет принудительно производится по методике института “Гипрокаучук”, т.к. трение по методике НПО ЦКТИ вводится только на этапе 3, что не позволяет корректно учесть возможности отрыва от указанных опор. При этом перед расчетом выводится соответствующее информационное сообщение.

## Закладка О проекте

Общие данные расчетной схемы

Общие данные О проекте... Параметры

Имя проекта D:\DATA\_ASTRANOVA\EXAMPLES\A3C\TEST3\TEST

Объект САЭС 3 блок

Система СПиР, САОР, опускные тр-ды

Дата создания 05.03.02

OK Отмена

В закладке задаются и отображаются сведения о проекте.

- *Имя проекта* – в этом поле отображается название проекта, оно соответствует имени файла проекта (файла с расширением \*.anp). Поле заполняется программой автоматически. Данные в поле *Имя проекта* изменяются при

переименовании файла проекта, например, при выполнении команды *Сохранить проект как*.

- *Объект* – в поле вносится текстовая информация о моделируемом трубопроводе, служит для справок. Заполняется пользователем, может содержать буквы и символы, как русского, так и латинского алфавитов.

- *Система* – в поле вносится текстовая информация о системе, в которую входит моделируемый трубопровод, служит для справок. Заполняется пользователем, может содержать буквы и символы, как русского, так и латинского алфавитов.

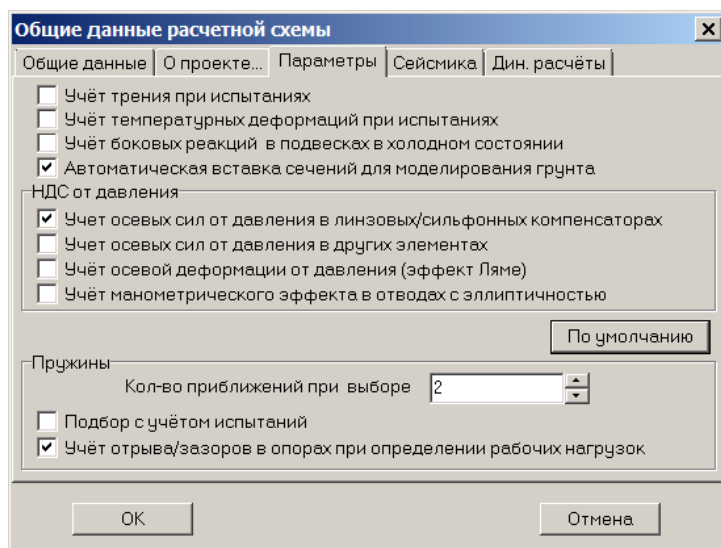
- *Дата создания* – в поле заносится дата создания проекта. Заполняется пользователем.

Информация из полей *Имя проекта*, *Объект*, *Система*, *Дата создания* присутствует в заголовках сводных таблиц.

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.

- *Отмена* – выход из диалога без сохранения внесенных изменений.

## Закладка Параметры



- *Учет трения при испытаниях* – учёт трения в опорных конструкциях при расчёте испытаний. Опция не работает, если отсутствует учёт трения при расчёте (см. закладку *Общие данные*, пункт *Учёт трения*);

- *Учет температурных деформаций при испытаниях* – учёт деформаций, возникающих от температурного перепада при расчёте испытаний;

- *Учет боковых реакций в подвесках в холодном состоянии* – учёт боковых реакций пружинных и жёстких подвесок в холодном (нерабочем) состоянии.

Боковые реакции подвесок в холодном состоянии учитываются таким же образом, как и в рабочем;

- *Автоматическая вставка сечений для моделирования грунта* – При установке этого флажка для участков трубопровода бесканальной прокладки программа автоматически добавляет сечения для корректного учёта грунта в расчёте (см. также *Автоматическая вставка сечений*, меню *Данные*);

- *НДС от давления*;

- *Учет осевых сил от давления в линзовых/сильфонных компенсаторах* – учитываются осевые силы, возникающие в линзовых и сильфонных компенсаторах от внутреннего давления. При установке неразгруженных компенсаторов (пользователем задается эффективная площадь, см. *Панель ввода* закладка *Детали* пункт [Компенсатор](#)) в них возникают осевые силы от давления, действующие на трубопровод. Рекомендуется ставить флажок в этом поле. Для разгруженных компенсаторов (не задается эффективная площадь) осевые силы от давления не учитываются;

- *Учет осевых сил от давления в других элементах* – учитываются осевые силы, возникающие в отводах, тройниках, переходах, поворотах, сменах внутреннего диаметра, donyшках/крышках и пр. зонах изменения сечения и направления трубы, от действия давления. Опция введена для исследовательских и учебных целей и для использования в нормативных расчетах не рекомендуется;

- *Учёт осевой деформации от давления (эффект Ляме)* – учитываются осевые деформации элементов трубопровода от действия давления. Опция введена для исследовательских и учебных целей и для использования в нормативных расчетах не рекомендуется;

- *Учет манометрического эффекта в отводах с эллиптичностью* – учитываются увеличение радиуса кривизны отводов с эллиптичностью от действия давления. Изгибающие моменты действуют в плоскости отвода. Опция введена для исследовательских и учебных целей и для использования в нормативных расчетах не рекомендуется;

- *По умолчанию* – при нажатии этой кнопки устанавливаются флажки в поля пунктов *Автоматическая вставка сечений для моделирования грунта* и *Учет осевых сил от давления в линзовых/сильфонных компенсаторах* закладки *Параметры*. Дополнительно для АСТРА-НЕФТЕХИМ и АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ устанавливается флажок в поле *Учет повышенной оболочечной податливости сварных тройников / штуцеров оборудования*, для остальных отраслевых ветвей этот флажок снимается.

- *Пружины* – здесь задаются параметры используемых пружин;

- *Количество приближений при выборе пружин* – количество приближений при выборе структуры пружинных подвесок и опор, целое число;

- *Подбор пружин с учетом испытаний* – поставьте флажок, если необходимо выбрать пружины с учётом испытаний, так как в некоторых случаях возможна ситуация, когда при испытаниях нагрузки на распушенные пружины больше чем в рабочем состоянии и могут превышать табличную нагрузку (например, при испытаниях со средой более плотной, чем рабочая среда).

Пружины подбираются следующим образом: после подбора пружин на этапе III (по рабочему состоянию) выполняется “предварительный” расчет по этапу испытаний. Выполняется проверка превышения нагрузки на одну тягу распушенной пружины при испытаниях над выбранной табличной нагрузкой. Затем снова

проводится этап III по подбору пружин, при этом для пружин с превышением по испытаниям вместо рабочей нагрузки при подборе табличной нагрузки используется нагрузка на одну тягу от испытаний с коэффициентом 1. Далее расчет продолжается с выбранными характеристиками пружин;

- *Учёт отрыва/зазоров в опорах при определении рабочих нагрузок* – поставьте флажок, если необходимо получить одинаковые результаты расчета по этапу 1 при отрыве трубопровода в рабочем состоянии хотя бы от одной односторонней опоры (скользящей, направляющей или жесткой подвески) при поверочном расчете и расчете с подбором пружинных подвесок.

По умолчанию, на первом этапе в расчетах с определением характеристик пружинных подвесок и опор в упомянутой ситуации отрыва на этапе 1 используется “условная” жесткость пружины (вертикальные перемещения не допускаются) – при этом нагрузки на пружины отличаются от полученных при выборе пружин исходя из предположения прижима трубопровода ко всем опорам.

На первом этапе поверочных расчетов всегда используется заданная рабочая нагрузка на пружины.

Поэтому, при желании получить результаты, идентичные для расчетов и следует поставить флажок.

- *Учёт рабочих нагрузок пружин вместо абсолютных жесткостей на этапе 1 при отрыве от опор/закрывании зазоров для расчёта с выбором пружин* – для моделей с односторонними опорами (скользящими, направляющими, общего вида) или жесткими подвесками на этапе 1 при расчёте с выбором пружин, в сечениях которых стоят пружинные подвески/опоры задаются:

- абсолютные жесткости пружинных подвесок/опор – флажок снят (по умолчанию);

- рабочие нагрузки пружин – флажок установлен.

При наличии в модели односторонних опор (скользящих, направляющих, общего вида) или жестких подвесок, от которых трубопровод отрывается (поднимается), результаты этапа 1 при расчёте с выбором пружинных подвесок и при расчёте с заданными характеристиками пружин могут различаться. Различия в результатах вызваны тем, что при расчёте с выбором пружинных подвесок на этапе 1 задаются абсолютные жесткости пружин, при расчёте с заданными характеристиками пружин – рабочие нагрузки пружин, при том, что имеется отрыв от опор (подъём в точках крепления жестких подвесок).

Данная опция предназначена для получения одинаковых результатов на 1 этапе при расчёте с выбором пружин и при расчёте с заданными пружинами по моделям, в которых присутствуют односторонние опоры (скользящие, направляющие, общего вида) или жесткие подвески. Одинаковые результаты достигаются путём задания рабочих нагрузок пружин вместо абсолютных жесткостей пружинных подвесок/опор на 1 этапе при расчёте с выбором пружин.

*Рекомендация разработчика:* Следует избегать ситуации подбора пружин в условиях отрыва от односторонних опор, как приводящей к не вполне корректным результатам. Отрыв трубопровода от односторонней опоры в рабочем состоянии – свидетельство, как правило, непродуманности опорно-подвесной системы трубопровода!

## Закладка Сейсмика

The image shows a software dialog box titled "Общие данные расчетной схемы" (General data of the calculation scheme). It has five tabs: "Общие данные", "О проекте...", "Параметры", "Сейсмика" (which is selected), and "Дин. расчёты". Under the "Сейсмика" tab, there is a section "Метод граничной сейсмостойкости" (Boundary seismicity method) containing three input fields: "Пиковое ускорение грунта" (Peak ground acceleration) with a value of 1 g, "Ускорение нулевого периода" (Zero period acceleration) with a value of 1 g, and "Коэффициент неупругого поглощения энергии" (Coefficient of inelastic energy absorption) with a value of 1.5. At the bottom of the dialog are "OK" and "Отмена" (Cancel) buttons.

Метод граничной сейсмостойкости	
Пиковое ускорение грунта	1 g
Ускорение нулевого периода	1 g
Коэффициент неупругого поглощения энергии	1.5

- *Пиковое ускорение грунта* – максимальное ускорение на грунте, измеряемое в долях ускорения свободного падения [26]. Используется для оценки сейсмостойкости МГС элементов трубопроводной системы;

- *Коэффициент неупругого поглощения энергии* – безразмерный коэффициент неупругого поглощения энергии. Используется для учёта неупругого рассеяния энергии при оценке сейсмостойкости МГС [26];

- *Верхняя граница сейсмического диапазона* – частота, условно принимаемая в качестве верхней границы частотного диапазона сейсмоздействия (для сейсмоздействий обычно принимается равной 33 Гц). Параметр используется для определения ускорения нулевого периода сейсмоздействий, заданных в виде акселерограмм.

- *Уровень затухания в долях от критического* – коэффициент демпфирования в долях от критического (при отсутствии экспериментальных данных принимается равным 0,02). Параметр используется для определения ускорения нулевого периода сейсмоздействий, заданных в виде акселерограмм.

## Закладка Динамические расчёты

Общие данные расчетной схемы

Общие данные | О проекте... | Параметры | Сейсмика | **Дин. расчёты**

Коэффициенты пропорциональности для матрицы демпфирования

$\alpha$  0.5840707  $\text{c}^{-1}$   $\beta$  0.00017933  $\text{c}$

OK Отмена

- Коэффициенты пропорциональности для матрицы демпфирования:
  - ✓  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности массы,  $\text{c}^{-1}$ ;
  - ✓  $\beta$  – коэффициент пропорциональности жёсткости,  $\text{c}$ .

Данные коэффициенты задаются при расчёте методом *Прямого интегрирование уравнений движения* в **АСТРА-СЕЙСМ** и **АСТРА-ДИН**, и *Полного метода расчёта* в **АСТРА-ВИБР**.

## Автоматическая вставка сечений...

Данный пункт предназначен для автоматической вставки сечений на выделенных участках.

**Параметры расстановки сечений**

Где расставить?

☒ На всех участках  
☐ На выделенных участках

Способ задания шага

☒ В диаметрах труб  
☐ В единицах длины

☒ Равномерная вставка сечений  
Шаг сечений

☒ Хотя бы одно сечение между опорами  
Минимальное расстояние между опорами для вставки

☒ Моделирование грунта  
Минимальный шаг в грунте   
Максимальный шаг в грунте   
Шаг возле опор и узлов

OK Отмена

**Параметры расстановки сечений**

Где расставить?

☒ На всех участках  
☐ На выделенных участках

Способ задания шага

☒ В диаметрах труб  
☐ В единицах длины

☒ Равномерная вставка сечений  
Шаг сечений  мм

☒ Хотя бы одно сечение между опорами  
Минимальное расстояние между опорами для вставки  мм

☒ Моделирование грунта  
Минимальный шаг в грунте  мм  
Максимальный шаг в грунте  мм  
Шаг возле опор и узлов  мм

OK Отмена

- *Где расставить?* – отметьте нужный пункт:

- ✓ На всех участках;
- ✓ На выделенных участках;

Предварительно необходимо выделить графически нужные или все участки.

- *Способ задания шага* – способ задания шага для вставки сечений:

- ✓ В диаметрах труб
- ✓ В единицах длины

- *Равномерная вставка сечений* – поставьте флажок, если необходимо равномерно расставлять сечения на выделенных участках;

- *Шаг сечений* – расстояние между вставляемыми сечениями при равномерной расстановке;

- *Хотя бы одно сечение между опорами* – поставьте флажок, если необходимо наличие хотя бы одного сечения между опорами.

- *Минимальное расстояние между опорами для вставки сечения* – минимальное расстояние между опорными конструкциями в диаметрах труб, при котором ещё нужно вставлять сечение между опорами.

- *Моделирование грунта* – поставьте флажок для моделирования грунта на выделенных подземных участках. При наличии флажка, сечения для моделирования грунта вставляются согласно алгоритму приведённому



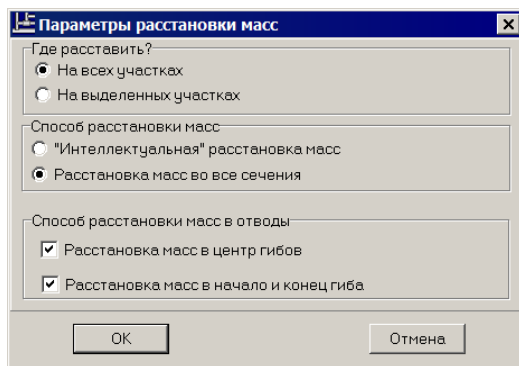
- ниже, иначе, производится равномерная вставка сечений (при наличии соответствующего флажка);
- *Минимальный шаг в грунте, Максимальный шаг в грунте, Шаг возле опор и узлов* – параметры алгоритма для расстановки сечений для моделирования взаимодействия с грунтом. По умолчанию оптимальные значения этих параметров (в диаметрах труб): *Минимальный шаг в грунте* – 1, *Максимальный шаг в грунте* – 5, *Шаг возле опор и узлов* – 0,1. Сечения в грунте расставляются следующим образом: вблизи узлов, точек излома, отводов, входа (выхода) в грунт шаг расстановки сечений равен *минимальному шагу расстановки сечений в грунте*, по мере удаления от перечисленных мест шаг постепенно увеличивается до *максимального шага в грунте*. Возле опор и узлов в грунте дополнительно вставляются сечения на расстоянии *Шаг возле опор и узлов*.

### Удалить автоматически вставленные сечения

Удаление автоматически вставленных сечений на выделенных участках. Те автоматически вставленные сечения, в которые пользователем были добавлены опоры, фланцы, сосредоточенные усилия, вибрационные и динамические воздействия и пр., в автоматическом режиме не удаляются.

### Автоматическая расстановка масс...

При выборе данного пункта меню [Данные](#) происходит расстановка масс по трем степеням свободы. Расстановка выполняется как на участках, на которых уже имеются динамические степени свободы, так и на участках, где они не были расставлены ранее. Для расстановки масс в сечениях, возможно, потребуется вставка дополнительных сечений на деталях трубопровода см. меню [Данные](#), пункт [Автоматическая вставка сечений...](#), меню редактор пункты [Добавить смещение](#) и [Добавить дополнительные смещения](#).



Величина масс в явно или автоматически выбранных сечениях определяется с учетом:

1) сосредоточенных масс, заданных пользователем явно (Сосредоточенные массы *Панель ввода*, закладка *Сечение*) или опосредованно (при отсутствии заданных сосредоточенных масс на участке – через Сосредоточенные нагрузки *Панель ввода*, закладка *Сечение* при отрицательной величине вертикальной компоненты);

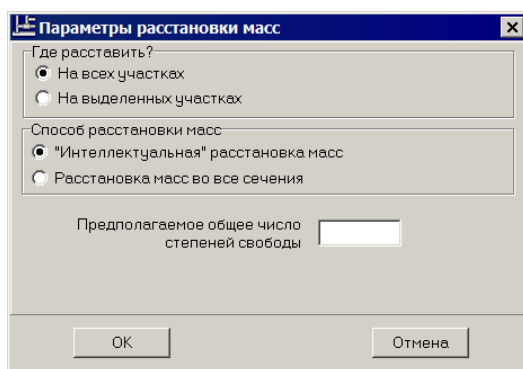
2) суммарного погонного веса, заданного для всех труб и отводов; весов переходов, компенсаторов, арматуры (*Панель ввода*, закладка Детали);

3) при отсутствии заданного погонного веса на элемент (труба или отвод) – по вертикальной (по оси Z) отрицательной компоненте распределенной нагрузки на трубы и отводы.

4) по вертикальной (по оси Z) отрицательной компоненте распределенной нагрузки на колецевые сечения.

Результат расстановки динамических степеней свободы визуализируется в активном окне.

Расставить динамические степени свободы для предварительно выделенных участков можно во все сечения или “интеллектуально”.



- *Где расставить?* – отметьте нужный пункт:

- ✓ *На всех участках;*
- ✓ *На выделенных участках;*

Предварительно необходимо выделить графически нужные или все участки.

- *Способ расстановки масс*

• *“Интеллектуальная” расстановка масс* – предполагает расстановку масс в автоматически (программно) выбранных сечениях в зависимости от задания ниже описанного параметра.

• *Предполагаемое общее число степеней свободы* – здесь можно задать предполагаемое общее число динамических степеней свободы на всех или выделенных участках (с учетом уже имеющихся). Если этот параметр не задан, то при расстановке масс используется значение, учитывающее число узлов и участков, наличие гибов, арматуры, опор, сосредоточенных масс и сил (определяется программно);

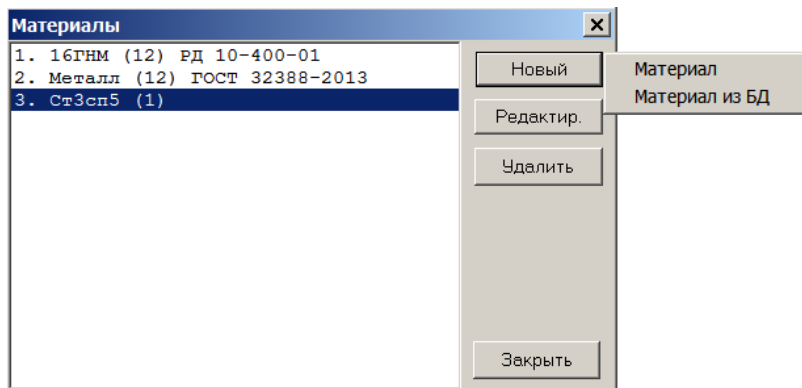
• *Расстановка масс во все сечения* – осуществляется во все сечения расчетной схемы, включая центр и/или начало и конец гибов (отводов) по выбору пользователя с помощью соответствующих опций в том же окне;

См. также *Общее описание* [76, пп. 3.5-3.8].

### Удаление масс на выделенных участках

На участках, выделенных графически или с помощью меню [Редактор](#), будут удалены динамические степени свободы во всех сечениях, кроме тех, в которых заданы динамические или вибрационные воздействия.

### Материалы...



Данное окно появляется при выборе пункта [Материалы](#) в меню *Данные*.

В списке приводится перечень материалов, которые могут быть использованы или используются при задании свойств материала для деталей. Если справа от названия материала приводится название норм, это означает, что данный материал не может быть использован для расчёта по выбранным нормам.

- *Новый* – ввод нового материала;
- *Редактировать* – просмотр и внесение изменений в имеющийся материал, выделенный цветом;

- *Удалить* – удалить выделенный материал;
- *Закрыть* – завершение работы с диалоговым окном.

Для задания нового материала следует нажать кнопку *Новый*. В появившемся меню доступны два пункта *Материал* и *Материал из БД*

При выборе пункта *Материал из БД* появляется окно со списком материалов, доступных из БД.

№	Марка	Комментарии
1	СтЗсп5	Горячекатанная сортовая листовая сталь толщиной до 20 мм
2	СтЗсп5	Горячекатанная сортовая листовая сталь толщиной до 100 мм
3	СтЗсп5	Горячекатанная сортовая листовая сталь толщиной более 100 мм
4	СтЗсп5	Трубы
5	СтЗсп5	Поковки диаметром до 300 мм КП175
6	СтЗсп5	Поковки диаметром до 300 мм КП195
7	СтЗсп5	Поковки диаметром до 50 мм КП215
8	10	Трубы бесшовные диаметром до 250 мм
9	10	Сортовая горячекатанная толщиной до 80 мм
10	20	Трубы горячедеформированные диаметром 465 мм

OK Свойства Отмена

После выбора материала и нажатия кнопки ОК указанный материал вносится в список. Для просмотра свойств материала используется кнопка Редактировать. В случае когда материал взят из БД, то напротив поля № в БД стоит флажок и указан номер материала в БД. Редактирование свойств материала в этом случае недоступно. Для редактирования свойств материала вручную необходимо снять этот флажок, дважды щёлкнув по нему левой клавишей мыши.

Редактор

Название: П5ГС № в БД: ☒ 14

Документ:

Комментарии: Трубы горячекатанная бесшовные диаметром до 465 мм

Тип: Неустойчивая сталь

	Т...	Е, МПа	Р...	Р...	Р...	ВЕТА	XI	DELTA	PUASS
20	210000	275	491	491	1.15E-05	1	0	0.3	
50	207000	265	471	471	1.15E-05	1	0	0.3	
100	205000	265	461	461	1.19E-05	1	0	0.3	
150	202000	255	451	451	1.22E-05	1	0	0.3	
200	200000	255	441	441	1.25E-05	1	0	0.3	
250	197000	245	422	422	1.28E-05	1	0	0.3	
300	195000	226	412	412	1.31E-05	1	0	0.3	
350	190000	196	412	412	1.34E-05	1	0	0.3	
400	185000	167	412	412	1.36E-05	0.28	0.72	0.3	

OK Отмена

При выборе пункта Материал появляется окно Свойства материала, для ввода характеристик материала.

В окне *Свойства материала* необходимо указать следующие параметры:

- *Название* – название материала;
- *Документ* – ГОСТ, ТУ, по которым изготовлен материал, или ссылка на ГОСТ, ТУ и другие нормативные документы, из которых взяты характеристики материала (заполнять необязательно);
- *Комментарии* – ввод краткого описания материала (заполнять необязательно);
- *Тип материала* – зависит от нормативного документа (см. [Панель ввода. Общие данные деталей. Материал](#))

См. также раздел [База данных по материалам](#)

Меню *Редактор* содержит следующие пункты:

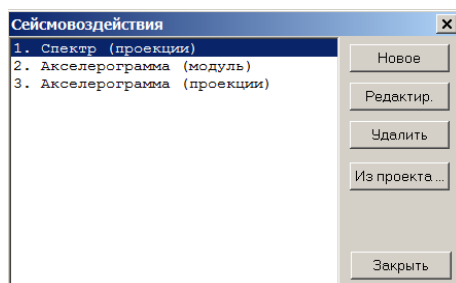
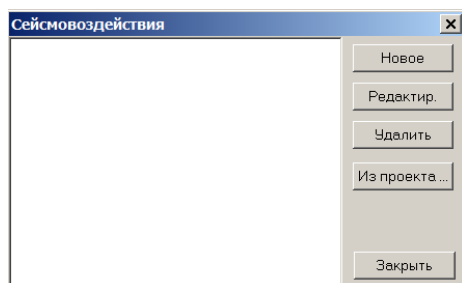
- *Добавить строку* – добавление новой строки в конец таблицы для ввода характеристик материала, зависящих от температуры;
- *Удалить строку* – удаление строки, отмеченной маркером;
- *Дублировать строку* – вставка копии строки, отмеченной маркером, ниже;
- *Прочитать из БД* – чтение характеристик материала из БД;
- *Прочитать из файла* – чтение характеристик материала из текстового файла;
- *Сохранить в файле* – запись характеристик материала в текстовый файл;
- *Сортировка* – сортировка строк свойств материала в порядке возрастания температуры.

Вид текстового файла для чтения или сохранения характеристик материала соответствует таблице в окне *Свойства материала*. Характеристики материала хранятся построчно, каждая строка соответствует одной температуре. Значения в строке разделены пробелами или табуляцией.

```

..20...210000.0..275.0..491.0..491.0..0.0000115..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..50...207000.0..265.0..471.0..471.0..0.0000115..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..100...205000.0..265.0..461.0..461.0..0.0000119..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..150...202000.0..255.0..451.0..451.0..0.0000122..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..200...200000.0..255.0..441.0..441.0..0.0000125..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..250...197000.0..245.0..422.0..422.0..0.0000128..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..300...195000.0..226.0..412.0..412.0..0.0000131..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..350...190000.0..196.0..412.0..412.0..0.0000134..1.00..0.00..0.30.Ѕ
..400...185000.0..167.0..412.0..412.0..0.0000136..0.28..0.72..0.30.Ѕ
    
```

## Сейсмические воздействия...



Данное окно появляется при выборе пункта Сейсмические воздействия... в меню *Данные*.

Воздействия могут включать в себя как спектры ответа, так и ответные акселерограммы в точке крепления трубопровода. В свою очередь каждый вид воздействия задается в двух формах:

1. тремя проекциями его записи на оси координат и углом между осью первой компоненты воздействия и глобальной осью **X**;
2. модулем вектора и направляющими углами, постоянными во времени.

Вы можете задать несколько сейсмовоздействий.

- *Новое* – ввод нового сейсмовоздействия;
- *Редактировать* – внесение изменений в имеющееся воздействие, выделенное цветом;

- *Удалить* – удалить выделенное воздействие;
- *Из файла* – подключить к проекту сейсмовоздействие из другого проекта (файл \*.anp);

- *Заккрыть* – завершение работы с диалоговым окном.

При нажатии кнопки *Новое* выберите нужный вид сейсмовоздействия.

Спектр ответов (проекции)
Спектр ответов (модуль)
Спектр ответов (проекции) из БД
Спектр (проекции) из акселерограммы
Спектр (модуль) из акселерограммы
Ответная акселерограмма (проекции)
Ответная акселерограмма (модуль)
Ответная акселерограмма (проекции) из БД
Спектр ответов по СНиП II-7-81*
Спектр ответов по СП 14.13330.2011
Спектр ответов по НП-031-01
Огибающая спектров
Копировать

Далее вводите параметры сейсмоздействия в соответствии с выбранным типом.

## Спектр ответов (проекции)

При выборе пункта *Спектр ответов (проекции)* в меню *Новое* диалога Сейсмические воздействия появляется следующее окно:

**Спектр ответов (проекции)**

№	f	a1	a2	a3
1	0.0001	0	0	0
2	0.6225	0.7727	0.7727	0.744
3	0.6667	0.7727	0.7727	0.744
4	0.7143	0.7727	0.7727	0.744
5	0.7692	0.7727	0.7727	0.744
6	0.8333	0.7727	0.7727	0.744
7	0.9091	0.7727	0.7727	0.744
8	1	0.7503	0.7503	0.6732
9	1.0526	0.7503	0.7503	0.6732
10	1.1111	0.756	0.756	0.6732
11	1.1765	0.7635	0.7635	0.6732
12	1.25	0.756	0.756	0.6732
13	1.3333	0.7635	0.7635	0.6732
14	1.4286	0.7635	0.7635	0.6732
15	1.5385	0.9477	0.9477	0.7245
16	1.6667	1.0165	1.0165	0.7784
17	1.8182	1.0398	1.0398	0.9199
18	2	1.0398	1.0398	0.9199
19	2.0833	1.0398	1.0398	0.9199
20	2.1739	1.0398	1.0398	0.9199
21	2.2727	1.0398	1.0398	0.9199
22	2.381	1.0596	1.0596	1.4789
23	2.5	1.2939	1.2939	1.4789
24	2.6316	1.2939	1.2939	1.4789
25	2.7778	1.327	1.327	1.5156

Описание: АЭС "Куданкулам" 1ЭК1 1, отм.+5000

Ед. задания частоты: Гц

Ед. задания ускорения: доли "g"

График

Из файла... В файл...

Из акселерограммы...

Уширение спектра...

Добавить Удалить Сортировка


OK Отмена


Таблица для ввода и редактирования спектра ответов, задаваемого проекциями, состоит из пяти столбцов:

- № – номер точки спектра ответа. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- $f$  – частота, задается в выбранных единицах измерения (Гц, рад/с), действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- $a1, a2, a3$  – спектры ответа при заданной частоте по взаимно ортогональным горизонтальным осям 1 и 2 ( $a1 = a_x$  и  $a2 = a_y$ ) и по вертикальной оси ( $a3 = a_z$ ) в выбранных единицах задания ускорения ( $\text{м/с}^2$ ,  $\text{см/с}^2$ , доли “g”), действительные неотрицательные числа. Столбцы заполняются пользователем.

Введенные значения спектра используются при определении значений спектра для собственных частот расчетной модели с помощью линейной интерполяции.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек спектра используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки спектра ответов в порядке возрастания частоты.

- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям как поясняющий текст к воздействию.

- *Единицы задания частоты* – выбор единиц измерения, в которых задается частота, рад/с или Гц.

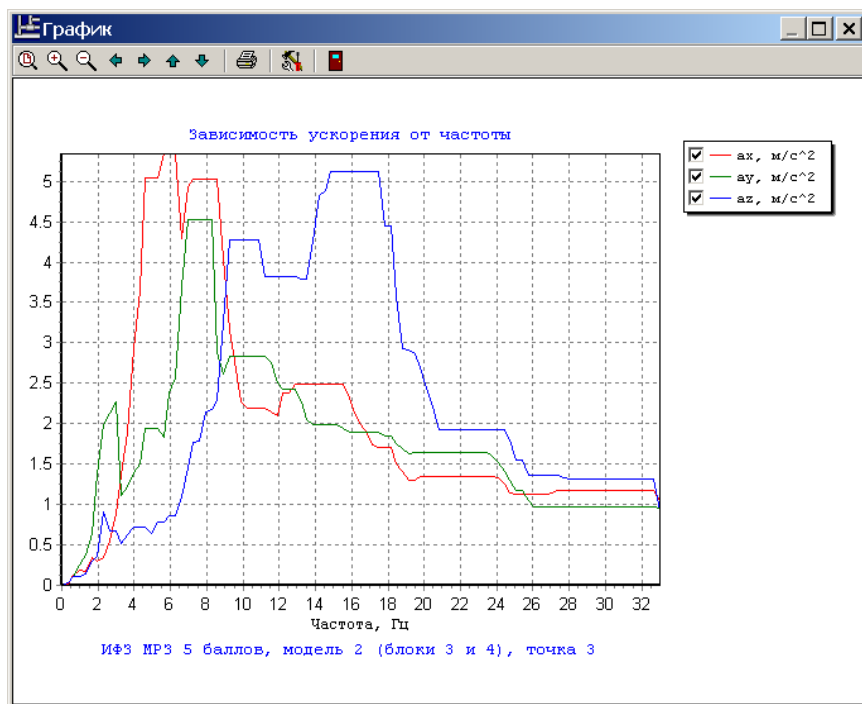
- *Единицы задания ускорения* –  $\text{см/с}^2$ ,  $\text{м/с}^2$  или в долях от “ускорения свободного падения g”.

**Внимание:** единицы измерения можно выбрать до введения значений спектра или изменить после того.







После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.



- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие.

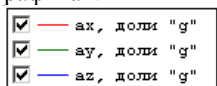





Пиктограммы позволяют выполнить следующие действия:

- Вид по умолчанию  – возврат к виду по умолчанию
- Увеличить , Уменьшить , Влево , Вправо , Вверх ,

Вниз  – данные кнопки предназначены для манипулирования изображением. Вы также можете использовать возможности зуммирования при помощи мыши. Движение мыши при нажатой правой клавише мыши позволяет сдвигать график влево, вправо, вверх и вниз. *Настройка*  – данная кнопка управляет режимами показа значений и точек на графиках.



С помощью опций , расположенных справа от области графика, возможно включать/выключать изображения проекций воздействия.

- Из файла... – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задано четыре числа, разделенных пробелами:

частота проекция на X проекция на Y проекция на Z  
 ...  
 частота проекция на X проекция на Y проекция на Z

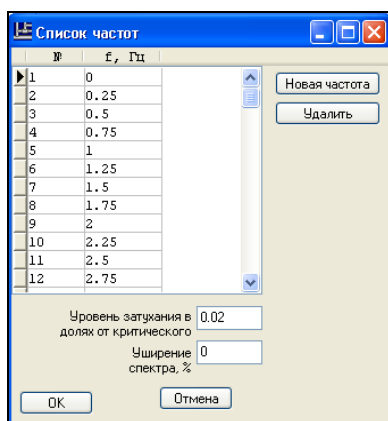
Например, для представленного на графике воздействия, текстовый файл выглядит следующим образом:

```
0.0001_0_0_0_0_
0.6225_0.7727_0.7727_0.744_
0.6667_0.7727_0.7727_0.744_
0.7143_0.7727_0.7727_0.744_
.....
1.8182_1.0398_1.0398_0.9199
```

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

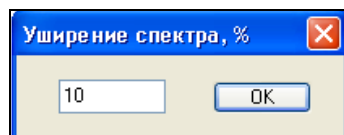
**Обратите внимание:** В текстовом файле данные о времени содержатся в секундах, а единицы измерения ускорения отсутствуют. Во избежание ошибок, не забудьте проверить единицы измерения, в которых задано импортируемое воздействие.

- *В файл...* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла спектра ответов.
- *Из акселерограммы...* – кнопка предназначена для определения спектра ответа по акселерограмме для заданных пользователем частот и уровня затухания (в долях от критического; по умолчанию, 0,02). Подробнее см. [Общее описание](#) [76].

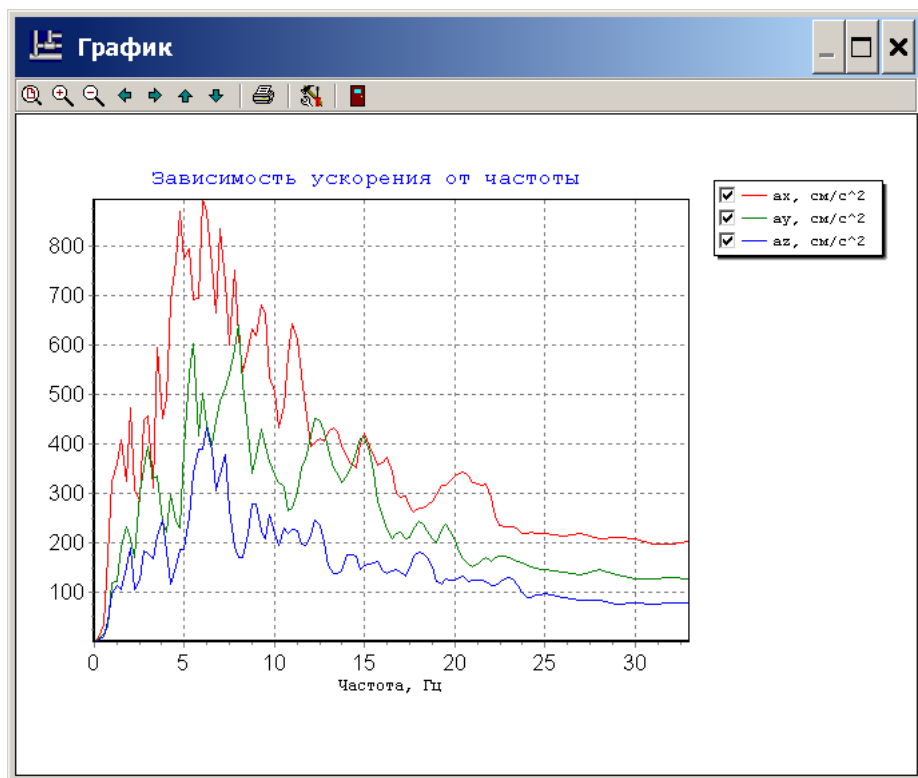


- *Уширение спектра...* – построение уширенного спектра с задаваемым процентом уширения во всем частотном диапазоне. Уширением спектра называется преобразование спектра, заключающееся в расширении его максимумов [76, п. 3.6].

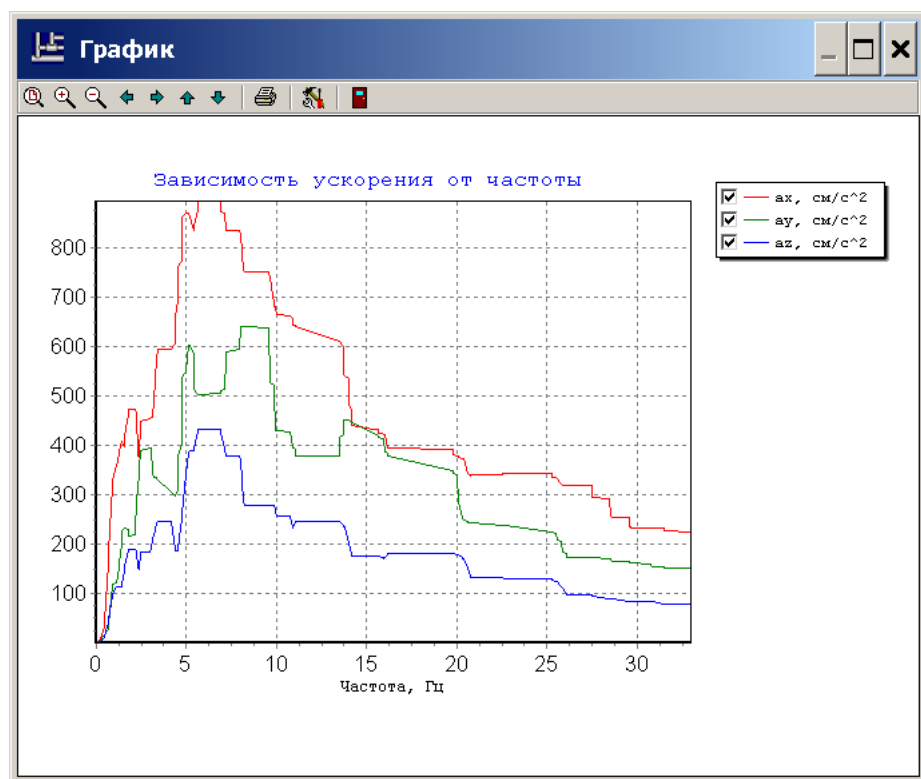
При выборе этого пункта появляется окно *Уширение спектра* в котором необходимо указать величину уширения спектра (рекомендуется 10–15%) Величина уширения пика спектра равна проценту частоты, на которой этот пик наблюдается.



Ниже представлены графики спектра до и после его уширения.  
До уширения:



После уширения на 10% спектр имеет вид



Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.
- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

Остальные параметры, необходимые для учёта воздействия указываются в меню [Расчёт на сейсмовоздействия](#)

## Спектр ответов (модуль)

При выборе пункта *Спектр ответов (модуль)* в меню *Новое* диалога *Сейсмические воздействия* появляется следующее окно:

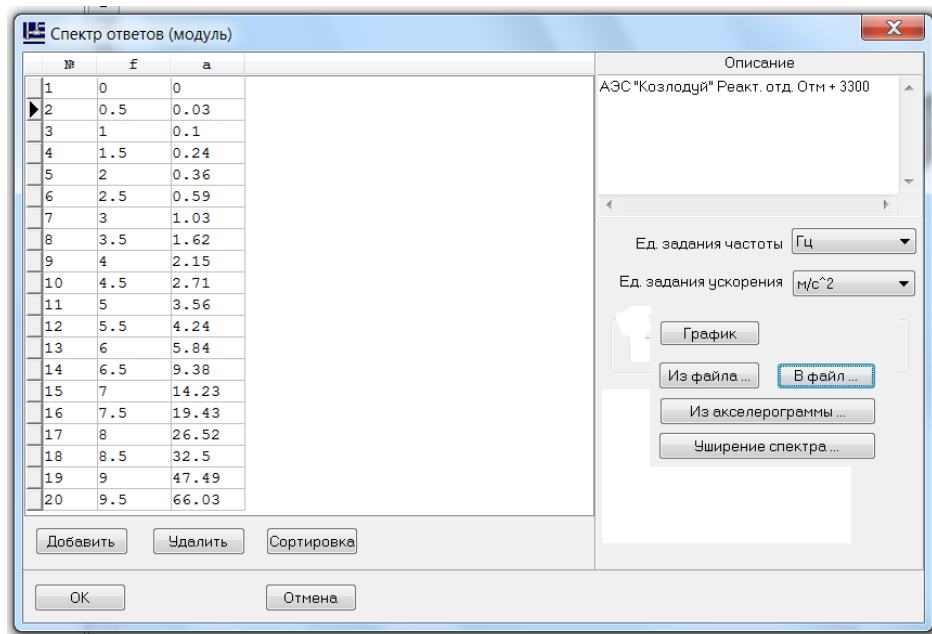


Таблица для ввода и редактирования спектра ответов, задаваемого модулем вектора, состоит из трех столбцов:

- № – номер точки спектра ответа. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- $f$  – частота, задается в выбранных единицах измерения (Гц, рад/с), действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- $a$  – модуль спектра  $a(f)$  в выбранных единицах задания ускорения (м/с<sup>2</sup>, см/с<sup>2</sup>, доли “g”), действительное неотрицательное число.

Введенные значения спектра используются при определении значений спектра для собственных частот расчетной модели с помощью линейной интерполяции.

Модуль является упрощенной формой задания спектра ответов вида:

$$a_x = a \cdot \cos(a, x)$$

$$a_y = a \cdot \cos(a, y)$$

$$a_z = a \cdot \cos(a, z),$$


где:


$a_x, a_y, a_z$  – спектры ответа при заданной частоте по глобальным осям  $X, Y, Z$ ;

$\cos(a, x)$  (угол 1),  $\cos(a, y)$  (угол 2),  $\cos(a, z)$  (угол 3) – направляющие косинусы между положительным направлением оси модуля и соответствующими глобальными осями  $X, Y, Z$ .

Углы задаются при выборе параметров расчета на сейсмовоздействие (см. *Углы подхода сейсмоволны*, закладка *Воздействие* пункта [Расчет на сейсмовоздействие](#) меню *Расчет*).

Для ввода, редактирования и удаления значений точек спектра используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки спектра ответов в порядке возрастания частоты.

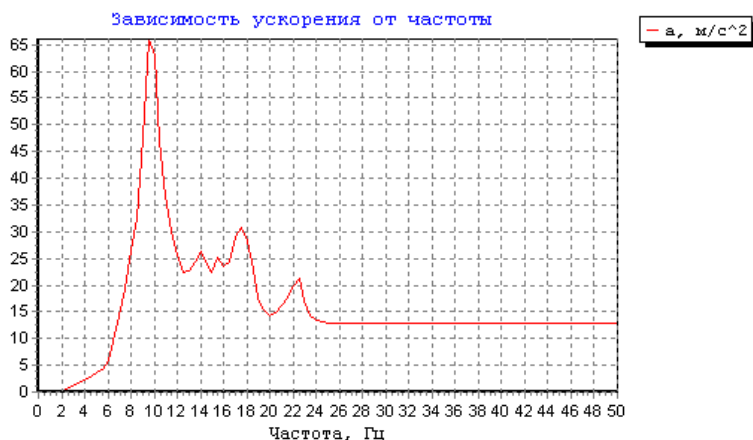
- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям как поясняющий текст к воздействию.

- *Единицы задания частоты* – выбор единиц измерения, в которых задается частота, рад/с или Гц.

- *Единицы задания ускорения* – см/с<sup>2</sup>, м/с<sup>2</sup> или в долях от “ускорения свободного падения g”.

**Внимание:** единицы измерения можно выбрать до введения значений спектра или изменить после того.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие. См. также описание кнопки *График* (меню *Данные*, пункт *Сейсмическое воздействие*, [Спектр ответов \(проекции\)](#)).



АЭС “Козлодуй”. Реакт. отд. Отм. +3.300

- *Из файла ...* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задана пара чисел, разделенная пробелом:

частота модуль

...

частота модуль

Например, для представленного на графике воздействия, текстовый файл выглядит следующим образом:

```
0.0001_0.1
0.6225_1.32199.1
0.6667_1.32199.1
0.7143_1.32199.1
.....
2_1.73453
```

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

**Обратите внимание:** В текстовом файле данные о времени содержатся в секундах, а единицы измерения ускорения отсутствуют. Во избежание ошибок, не забудьте проверить единицы измерения, в которых задано импортируемое воздействие.

- *В файл ...* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла спектра ответов (модуль).

- *Из акселерограммы...* – кнопка предназначена для определения спектра ответа по акселерограмме для заданных пользователем частот и уровня затухания (в долях от критического; по умолчанию, 0,02). Подробнее см. [Общее описание](#) [76].

- *Уширение спектра...* – построение уширенного спектра. См. [Спектр ответов \(проекции\)](#)

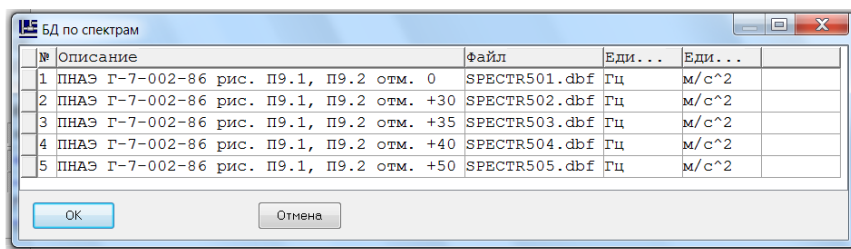
Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений;

- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

## Спектр ответов (проекции) из БД

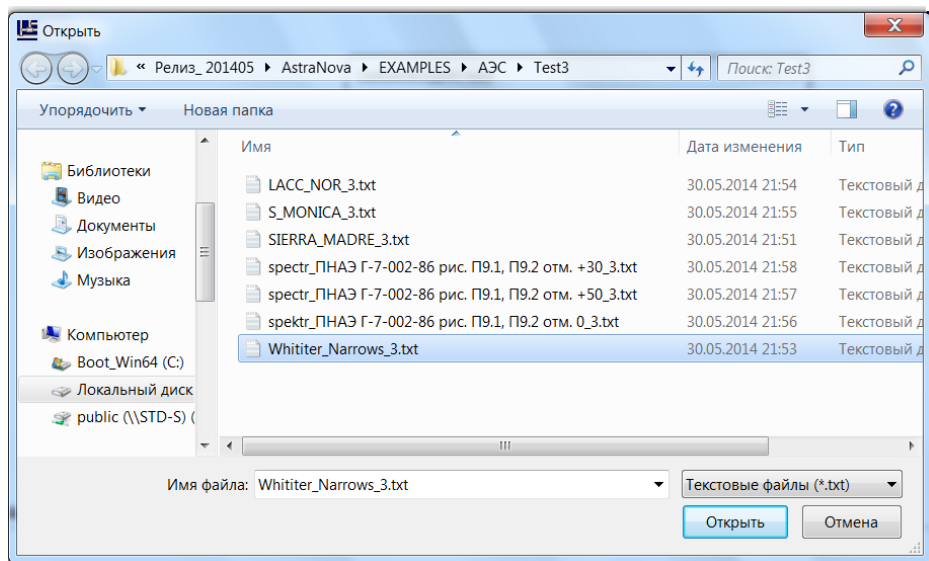
При выборе пункта *Спектр ответов (проекции) из БД* в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:



Для ввода спектра ответов дважды щелкните левой клавишей мыши на нужную базу данных (см. также пункт [Базы данных по спектрам ответа](#) раздела *Базы данных*);

### Спектр (проекции) из акселерограммы

При выборе пункта *Спектр (проекции)* из акселерограммы в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:



После чего в данном окне необходимо выбрать текстовый файл с уже имеющейся трёхкомпонентной акселерограммой и нажать кнопку *Открыть*. В раскрывшемся окне



№	f, Гц
1	0
2	0.25
3	0.5
4	0.75
5	1
6	1.25
7	1.5
8	1.75
9	2
10	2.25
11	2.5
12	2.75
13	3
14	3.25
15	3.5

Уровень затухания в долях от критического: 0.02

Уширение спектра, %: 0

ОК Отмена

Новая частота  
Удалить  
Очистить  
Из файла ...  
В файл ...

с помощью кнопок *Новая частота* и *Удалить* можно, при необходимости, скорректировать список частот, для которых будет строиться спектр. Кроме того, список частот можно загрузить из текстового файла или выгрузить в него с помощью кнопок *Из файла...* и *В файл...*. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задано значение частоты. Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся. При необходимости, возможно очистить поле задания частот с помощью одноименной кнопки. Спектр ответов создается после нажатия кнопки *ОК*. Полученный новый спектр ответов будет показан в следующем окне.

Подробнее см. [Общее описание](#) [76].

**Спектр ответов (проекции)**

№	f	ax	ay	az
1	0	0.00...	0.00...	0.00...
2	0.25	7.93018	5.24226	2.99704
3	0.5	35.9923	16.6196	11.3436
4	0.75	171.961	38.5283	41.7663
5	1	323.999	119.535	97.1059
6	1.25	359.743	121.745	114.032
7	1.5	407.342	192.634	106.32
8	1.75	325.489	231.332	151.242
9	2	473.385	206.71	190.262
10	2.25	307.539	169.092	104.607
11	2.5	283.871	300.082	123.231
12	2.75	449.205	350.063	183.45
13	3	455.768	393.326	179.003
14	3.25	309.73	328.688	166.551
15	3.5	593.856	334.736	213.541
16	3.75	450.02	243.168	245.485
17	4	491.744	222.679	183.353
18	4.25	689.174	296.884	116.932
19	4.5	769.593	243.303	150.465

Описание  
Трёхкомпонентный спектр ответа из акселерограммы землетрясения

Ед. задания частоты: Гц  
Ед. задания ускорения: м/с<sup>2</sup>

График  
Из файла... В файл...  
Из акселерограммы...  
Уширение спектра...

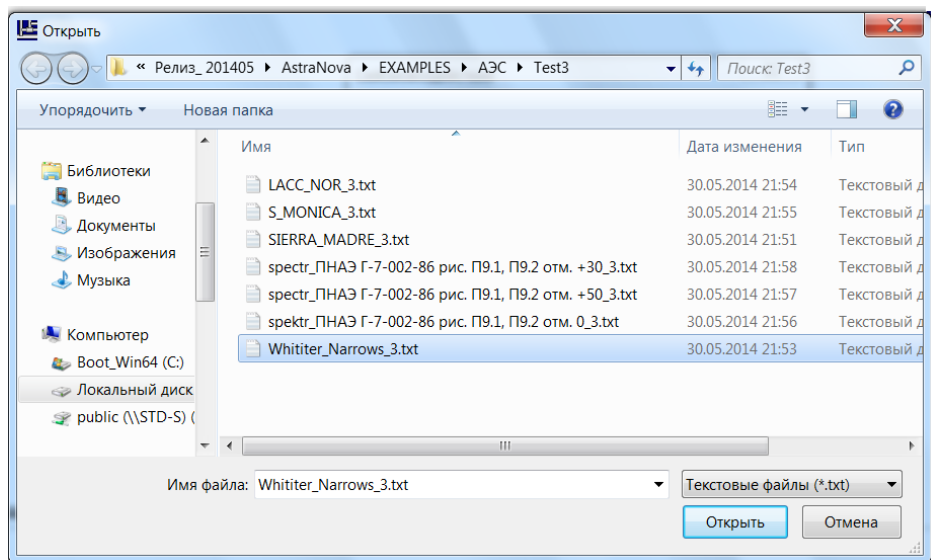
Добавить Удалить Сортировка

OK Отмена

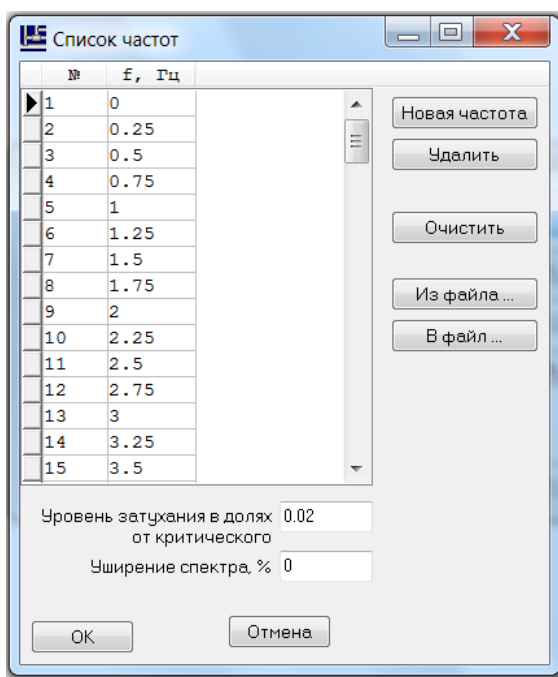
Эти данные можно корректировать способами, описанными в пункте [Спектр ответов \(проекции\)](#). Для сохранения результата нажмите кнопку **OK**.  
(См. также пункт [Базы данных по спектрам ответа](#) раздела *Базы данных*);

### Спектр (модуль) из акселерограммы

При выборе пункта *Спектр (модуль)* из акселерограммы в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:



После чего в данном окне необходимо выбрать текстовый файл с уже имеющейся акселерограммой и нажать кнопку *Открыть*. В раскрывшемся окне



необходимо сформировать нужный набор частот и для создания спектра ответов нажать кнопку **ОК**. Полученный новый спектр ответов будет показан в следующем окне.

**Спектр ответов (модуль)**

№	f	a
1	0	0.00...
2	0.25	0.54...
3	0.5	2.27545
4	0.75	3.10809
5	1	3.00403
6	1.25	2.50122
7	1.5	1.79183
8	1.75	2.31903
9	2	3.75943
10	2.25	3.39149
11	2.5	3.00748
12	2.75	2.51386
13	3	2.44222
14	3.25	2.11631
15	3.5	2.29266
16	3.75	2.19004
17	4	2.04171
18	4.25	1.60886
19	4.5	1.50845
20	4.75	1.49964
21	5	1.70776
22	5.25	1.70615
23	5.5	1.51443
24	5.75	1.3291
25	6	1.2934
26	6.25	1.29266

Описание  
Однокомпонентный спектр ответа из акселерограммы землетрясения

Ед. задания частоты: Гц  
Ед. задания ускорения: м/с<sup>2</sup>

График  
Из файла ... В файл ...  
Из акселерограммы ...  
Уширение спектра ...

Добавить Удалить Сортировка

ОК Отмена

Эти данные можно корректировать способами, описанными в пункте [Спектр \(проекции\) из акселерограммы](#). Для сохранения результата нажмите кнопку **ОК**.

## Ответная акселерограмма (проекции)

При выборе пункта *Ответная акселерограмма (проекции)* в меню *Новое* диалога Сейсмические воздействия появляется следующее окно:

№	t	ax	ay	az
1	0	0.00771	0.00338	-0.1...
2	0.005	0.08309	0.00894	-0.7...
3	0.01	0.40665	-0.0...	-2.6691
4	0.015	1.2577	-0.2...	-5.8383
5	0.02	2.8469	-0.7881	-9.5165
6	0.025	5.1252	-1.6751	-12.603
7	0.03	7.7313	-2.7655	-14.403
8	0.035	10.127	-3.7102	-14.867
9	0.04	11.816	-4.0658	-14.301
10	0.045	12.532	-3.4931	-12.973
11	0.05	12.305	-1.9423	-10.924
12	0.055	11.38	0.31817	-8.1052
13	0.06	9.999	2.8647	-4.5991
14	0.065	8.2895	5.2737	-0.7...
15	0.07	6.3109	7.1314	2.7046
16	0.075	4.1743	8.0634	5.0808
17	0.08	2.0883	7.8703	5.859
18	0.085	0.35773	6.6372	5.1313
19	0.09	-0.6...	4.7231	3.5467
20	0.095	-0.8...	2.6536	1.975
21	0.1	-0.3...	0.95145	1.131
22	0.105	0.49779	-0.0...	1.3215

Таблица для ввода и редактирования ответной акселерограммы, задаваемой проекциями, состоит из пяти столбцов:

- *№* – номер точки ответной акселерограммы. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- *t* – время, с, действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- *ax*, *ay*, *az*– три проекции вектора амплитуды ускорения на оси координат записи акселерограммы: взаимно ортогональные горизонтальные оси **X** и **Y** ( $a_x$  и  $a_y$ ) и вертикальную ось ( $a_z$ ) в выбранных единицах задания ускорения ( $\text{м/с}^2$ ,  $\text{см/с}^2$ , доли “g”), действительные числа. Столбцы заполняются пользователем.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек акселерограммы используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором (треугольник в самом левом столбце).
- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.
- *Сортировка* – сортирует строки спектра ответов в порядке возрастания частоты.

- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям, как поясняющий текст к воздействию.

- *Единицы задания ускорения* –  $\text{см/с}^2$ ,  $\text{м/с}^2$ , или в долях от “ускорения свободного падения  $g$ ”.

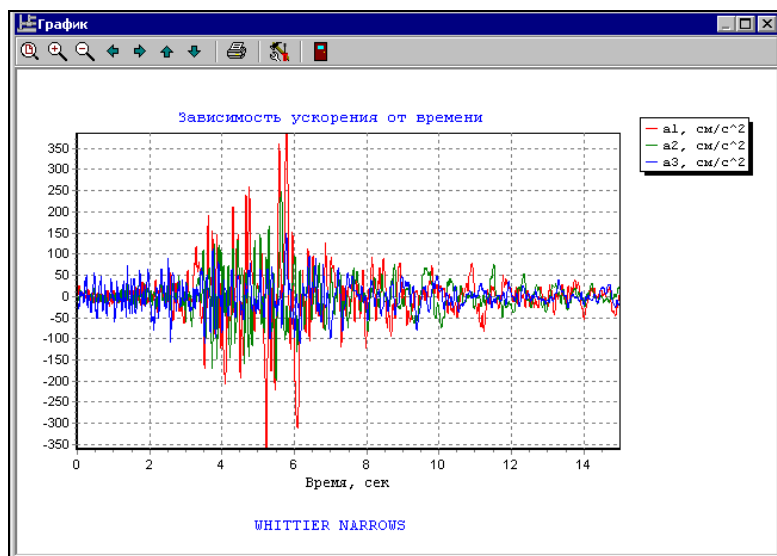
**Внимание:** единицы измерения можно выбрать до введения значений акселерограммы или изменить после того.

- *Коэффициент изменения номинального допустимого мембранного напряжения* – коэффициент при допускаемом напряжении для оценки сейсмопрочности по общим мембранным напряжениям [1] (принимается от 1,2 до 1,5 в зависимости от режима статического нагружения и вида сеймовоздействия).

- *Коэффициент изменения номинального допустимого изгибного напряжения* – коэффициент при допускаемом напряжении для оценки сейсмопрочности по мембранным и общим изгибным напряжениям [1] (принимается от 1,6 до 1,9 в зависимости от режима статического нагружения и вида сеймовоздействия).

После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие. См. также описание кнопки [График \(меню Данные, Сейсмическое воздействие, Спектр ответов \(проекции\)\)](#).



- *Из файла* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задано четыре числа, разделенных пробелами:

время проекция на X проекция на Y проекция по Z

...

время проекция на X проекция на Y проекция на Z

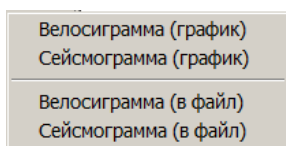
Например, для представленного на графике воздействия, текстовый файл выглядит следующим образом:

```
0_0.007707_0.0033761_-0.11122_
0.005_0.083094_0.0089409_-0.78998_
0.01_0.40665_-0.03405_-2.6691_
0.015_1.2577_-0.25342_-5.8383_
.....
0.085_0.35773_6.6372_5.1313
```

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

**Обратите внимание:** В текстовом файле данные о времени содержатся в секундах, а единицы измерения амплитуд ускорения отсутствуют. Во избежание ошибок, не забудьте проверить единицы измерения, в которых задано импортируемое воздействие.

- *В файл* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла ответной акселерограммы.
- *Дополнительно* – кнопка вызывает подменю для построения велосиграмм или сейсмограмм, которые могут быть показаны в виде графиков или сохранены в файле.



Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.
- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

Остальные параметры, необходимые для учёта воздействия указываются в меню [Расчёт на сеймовоздействия](#)

## Ответная акселерограмма (модуль)

При выборе пункта *Ответная акселерограмма (модуль)* в меню *Новое* диалога Сейсмические воздействия появляется следующее окно:

№	t	a
1	0	0.333
2	0.01	0.28
3	0.02	0.213
4	0.03	0.14
5	0.04	0.0604
6	0.05	-0.0233
7	0.06	-0.11
8	0.07	-0.195
9	0.08	-0.278
10	0.09	-0.359
11	0.1	-0.436
12	0.11	-0.508
13	0.12	-0.578
14	0.13	-0.644
15	0.14	-0.702
16	0.15	-0.753
17	0.16	-0.797
18	0.17	-0.832
19	0.18	-0.859
20	0.19	-0.879
21	0.2	-0.892
22	0.21	-0.9

Таблица для ввода и редактирования ответной акселерограммы, задаваемой “модулем”, состоит из трех столбцов:

- № – номер точки ответной акселерограммы. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- $t$  – время в секундах, действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- $a$  – модуль вектора амплитуды ускорений  $a(t)$ , в указанных единицах ( $\text{м/с}^2$ ,  $\text{см/с}^2$ , доли “g”), действительное число. Модуль является упрощенной формой задания акселерограммы вида:

$$a_x = a \cdot \cos(a, x)$$

$$a_y = a \cdot \cos(a, y)$$

$$a_z = a \cdot \cos(a, z),$$

где:

$a_x, a_y, a_z$  – три проекции вектора амплитуды ускорения в заданный момент времени по глобальным осям  $X, Y, Z$ ;

$\cos(a, x)$  (угол 1),  $\cos(a, y)$  (угол 2),  $\cos(a, z)$  (угол 3) – направляющие косинусы между положительным направлением оси модуля и соответствующими глобальными осями  $X, Y, Z$ .



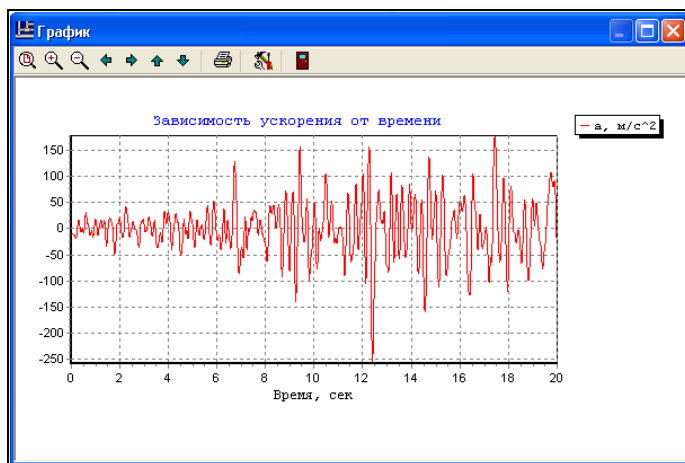
Углы задаются при выборе параметров расчета на сейсмоздействие (см. *Углы подхода сейсмоволны*, закладка *Воздействия* пункта [Расчет на сейсмоздействие](#) меню *Расчет*).

Воздействие задается модулем вектора амплитуды ускорения.

Описание полей ввода и назначение кнопок для ответной акселерограммы (модуль) такое же, как и для [ответной акселерограммы \(проекции\)](#).

Ниже приведено лишь описание тех кнопок, где имеются некоторые отличия.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие. См. также описание кнопки *График* (меню *Данные*, подменю *Сейсмическое воздействие*, [Спектр ответов \(проекции\)](#)).



- *Из файла* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задана пара чисел, разделенных пробелом:

время модуль

время модуль

...

время модуль

Например, для представленного на графике воздействия, текстовый файл выглядит следующим образом:

```
0_0.333_
0.01_0.28_
0.02_0.213_
0.03_0.14_
.....
0.21_-0.9
```

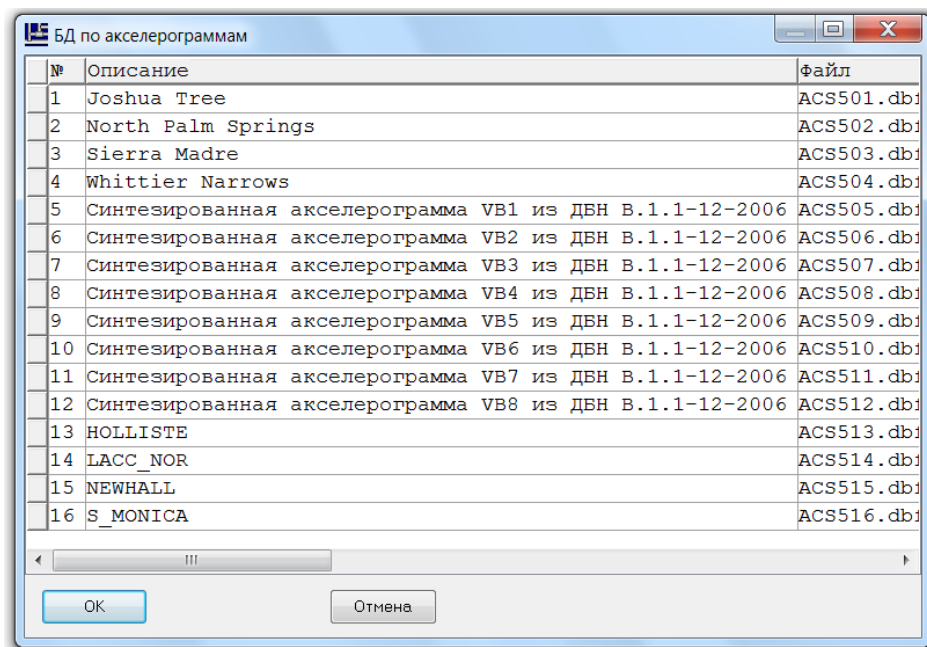
Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

**Обратите внимание:** В текстовом файле данные о времени содержатся в секундах, а данные о единицах измерения ускорения отсутствуют. Во избежание ошибок, не забудьте проверить единицы измерения, в которых задано импортируемое воздействие.

- *В файл* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла ответной акселерограммы (модуль).

### Ответная акселерограмма (проекции) из БД

При выборе пункта *Ответная акселерограмма (проекции) из БД* в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:



Для ввода акселерограммы из базы данных дважды щелкните левой клавишей мыши на нужную базу данных (см. также пункт *Базы данных по акселерограммам* раздела *Базы данных*).

## Спектр ответов по СНиП II-7-81\*

При выборе пункта *Спектр ответов по СНиП II-7-81\** в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:

The image shows two identical dialog boxes titled "Спектр по СНиП II-7-81\*". Each dialog box contains a section "Главы СНиП" with two radio button options: "Главы 2-4" and "Глава 5 (гидротехнические сооружения)". Below this, there are five input fields: "Сейсмичность площадки (баллы)" with value 9, "Категория грунта (табл. 1\*)" with a dropdown menu showing "III", "Коэффициент K<sub>1</sub> (табл. 3\*)" with value 1, "Коэффициент K<sub>ψi</sub> (табл. 6\*)" with value 1, and "Коэффициент K<sub>2</sub> (п. 5.14)" with value 1. At the bottom of each dialog are "OK" and "Отмена" buttons.

- *Главы СНиП* – выбор глав [21], по которым будет построен спектр ответа
  - *Главы 2-4* – построение спектра ответа для всех зданий и сооружений, кроме гидротехнических;
  - *Глава 5 (гидротехнические сооружения)* – построение спектра ответа для гидротехнических сооружений.
- *Сейсмичность площадки (баллы)* – интенсивность возможных сейсмических воздействий на площадке строительства с соответствующими категориями повторяемости за нормативный срок. Сейсмичность устанавливается в соответствии с картами сейсмического районирования и микрорайонирования площадки строительства, баллы, от 6 до 10.
- *Категория грунта (табл. 1\*)* – категория грунта, I, II, III;
- *Коэффициент K<sub>1</sub> (табл. 3\* или п. 5.14)* – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, **K<sub>1</sub>**, больше 0 до 1, по умолчанию 1;
- *Коэффициент K<sub>ψ</sub> (табл. 6\* или п. 5.14)* – коэффициент, **K<sub>ψ</sub>**, от 1 и более, по умолчанию 1;
- *Коэффициент K<sub>2</sub> (п. 5.14)* – коэффициент **K<sub>2</sub>**, от 0,8 до 1, по умолчанию 1. Задаётся для опции *Глава 5 (гидротехнические сооружения)*.

## Спектр ответов по СП 14.13330.2011

При выборе пункта *Спектр ответов по СП 14.13330.2011\** в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:

The image shows two identical dialog boxes titled "Спектр по СП 14.13330.2011".

**Left Dialog Box:**

- Главы СП:**
  - ☒ Главы 5-7
  - ☐ Глава 8 (гидротехнические сооружения)
- Сейсмичность площадки (баллы):** 9
- Категория грунта (табл. 1):** III
- Коэффициент  $K_1$  (табл. 5):** 1
- Коэффициент  $K_{rsi}$  (табл. 6):** 1
- Коэффициент  $K_A$  (табл. 4):** 1
- Buttons: OK, Отмена

**Right Dialog Box:**

- Главы СП:**
  - ☐ Главы 5-7
  - ☒ Глава 8 (гидротехнические сооружения)
- Сейсмичность площадки (баллы):** 9
- Категория грунта (табл. 1):** III
- Коэффициент  $K_1$  (п. 8.2.2):** 0.25
- Коэффициент  $K_{rsi}$  (п. 8.2.2):** 1
- Коэффициент  $K_2$  (п. 8.2.2):** 1
- Buttons: OK, Отмена

- *Главы СНиП* – выбор глав [22], по которым будет построен спектр ответа
  - *Главы 5-7* – построение спектра ответа для всех зданий и сооружений, кроме гидротехнических;
  - *Глава 8 (гидротехнические сооружения)* – построение спектра ответа для гидротехнических сооружений.
- *Сейсмичность площадки (баллы)* – интенсивность возможных сейсмических воздействий на площадке строительства с соответствующими категориями повторяемости за нормативный срок. Сейсмичность устанавливается в соответствии с картами сейсмического районирования и микрорайонирования площадки строительства, баллы, от 6 до 10.
- *Категория грунта (табл. 1)* – категория грунта, I, II, III;
- *Коэффициент  $K_1$  (табл. 5 или п. 8.2.2)* – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений,  $K_1$ , больше 0 до 1, по умолчанию 1 (0,25);
- *Коэффициент  $K_\psi$  (табл. 6 или п. 8.2.2)* – коэффициент  $K_\psi$ , от 1 и более, по умолчанию 1;
- *Коэффициент  $K_A$  (табл. 4)* – коэффициент, принимаемый в зависимости от сейсмической интенсивности,  $K_A$ , от 0,8 до 1, по умолчанию 1.
- *Коэффициент  $K_2$  (п. 8.2.2)* – коэффициент  $K_2$ , от 0,8 до 1, по умолчанию 1. Задаётся для опции *Глава 8 (гидротехнические сооружения)*.

## Спектр ответов по НП-031-01

При выборе пункта *Спектр ответов по НП-031-01\** в меню *Новое* диалога [Сейсмические воздействия](#) появляется следующее окно:

Спектр по НП-031-01

Сейсмичность площадки (баллы) 9

Категория грунта (прил. 1) III

Коэффициент  $K_e$  (табл. П.4.2) 1

Логарифмический декремент 0,125

ОК Отмена

- *Сейсмичность площадки (баллы)* – интенсивность возможных сейсмических воздействий на площадке строительства с соответствующими категориями повторяемости за нормативный срок. Сейсмичность устанавливается в соответствии с картами сейсмического районирования и микрорайонирования площадки строительства, баллы, от 6 до 10.

- *Категория грунта (прил.1)* – категория грунта, I, II, III;
- *Коэффициент  $K_e$  (табл. П.4.2)* – коэффициент, учитывающий особые условия эксплуатации АС, больше 0 до 1;

- *Логарифмический декремент* – безразмерная физическая величина, описывающая уменьшение амплитуды колебательного процесса и равная натуральному логарифму отношения двух последовательных амплитуд колеблющейся величины в одну и ту же сторону,  $\delta$ , от 0,03 до 1,26.

## Огибающая спектров

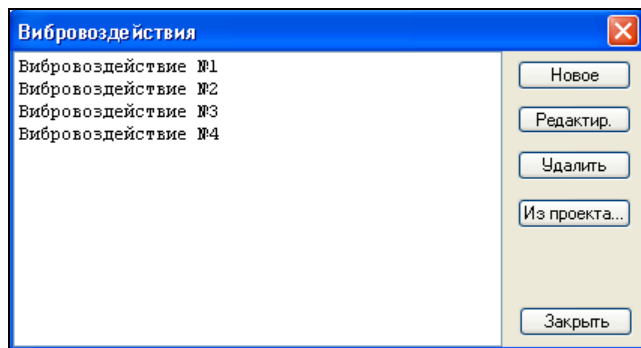
Построение огибающей выбранных спектров ответа. Огибающая представляет собой спектр ответов, полученный на основании максимумов спектров, используемых для её построения. Выбор спектров, для которых будет строиться огибающая, осуществляется посредством выделения спектров с помощью мыши и клавиш Shift и Ctrl. После выбора спектров необходимо нажать кнопку *Новое* и выбрать пункт *Огибающая спектров*;

## Копировать

Копирование сейсмического воздействия. Для копирования необходимо с помощью мыши выделить в списке воздействий интересующее, нажать кнопку *Новое* и выбрать пункт *Копировать*.

## Вибрационные воздействия...

Данное окно появляется при выборе пункта Вибрационные воздействия в меню *Данные* и служит для задания вибровоздействий в полигармонической форме. Введенные здесь воздействия используются для расчета параметров вынужденных установившихся колебаний при указании в расчетной модели сечений, где действуют вибрационные силы (см. *Панель ввода*, закладка *Сечения*, пункт Вибровоздействие.)



- *Новое* – ввод нового вибрационного воздействия;
- *Редактировать* – внесение изменений в имеющееся воздействие, выделенное цветом;
- *Удалить* – удалить воздействие, выделенное цветом;
- *Из проекта* – подключить к проекту все имеющиеся вибрационные воздействия из другого проекта, выбранного пользователем. Введенные воздействия дописываются в конец списка вибровоздействий;
- *Закреть* – завершение работы с диалоговым окном.

При вводе нового воздействия или редактировании имеющегося, появляется следующий диалог.

№	Амплитуда, кН	Частота, Гц	Сдвиг фаз, рад
1	10	2.3	0
2	10	4.5	0
3	10	5	0
4	10	6.3	0
5	10	7.6	0
6	10	8.7	0
7	10	10.7	0
8	10	11.8	0
9	10	12.2	0
10	10	13.5	0

Таблица для ввода и редактирования вибровоздействия, состоит из четырёх столбцов:

- **№** – номер гармоники. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.


Сила задается суммой гармоник. Задайте для гармоники *амплитуду*, *частоту* возбуждения и *сдвиг* фаз в указанных (выбранных) единицах.


- *Амплитуда* – амплитуда, задается в выбранных единицах измерения (кН, кг, т), действительное число; столбец заполняется пользователем.

- *Частота* – частота возбуждения, задается в выбранных единицах измерения (Гц, рад/с), действительное неотрицательное число. Столбцы заполняются пользователем.

- *Сдвиг фаз* – сдвиг фаз, задается в выбранных единицах измерения (град, рад), действительное число. Столбцы заполняются пользователем.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек вибровоздействия используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки вибровоздействия в порядке возрастания частоты.

- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям, как поясняющий текст к воздействию.

После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.

- *Из файла...* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задано три числа, разделенных пробелами:

амплитуда частота возбуждения сдвиг фаз

...

амплитуда частота возбуждения сдвиг фаз

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

- *В файл...* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла, в который выведены построчно все заданные гармоники.

- *БД* – ввод вибрационного воздействия из базы данных по воздействиям.

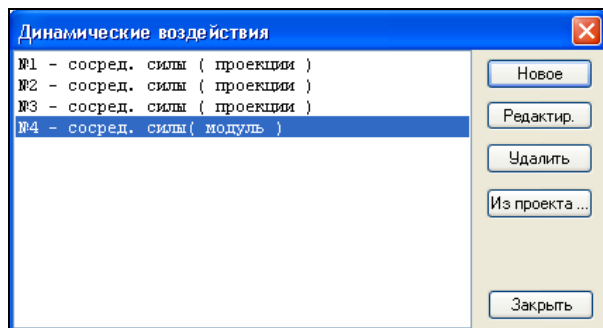
Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.

- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

### Динамические воздействия...

Данное окно появляется при выборе пункта [Динамические воздействия](#) в меню *Данные*.



- *Новое* – ввод нового динамического воздействия;
- *Редактировать* – внесение изменений в имеющиеся воздействия;
- *Удалить* – удалить воздействие, выделенное цветом;



- *Из проекта* – подключить к проекту все имеющиеся динамические воздействия из другого проекта, выбранного пользователем. Введенные воздействия дописываются в конец списка динамических воздействий;

- *Закрыть* – завершение работы с диалоговым окном.

При нажатии кнопки Новое выберите нужный вид динамического воздействия. Далее вводите его параметры в соответствии с выбранным типом:

- Динамическое давление
- Сосредоточенные силы (проекции)
- Сосредоточенные силы (модуль)


## Динамическое давление


№	t, сек	P
1	0	3.1132
2	0.01	3.0078
3	0.02	2.8822
4	0.03	2.82
5	0.04	2.7507
6	0.05	2.6429
7	0.06	2.5595
8	0.07	2.4984
9	0.08	2.4636
10	0.09	2.3918
11	0.1	2.3096
12	0.11	2.2466
13	0.12	2.1856
14	0.13	2.1008
15	0.14	2.0007
16	0.15	1.8871
17	0.16	1.7423
18	0.17	1.6079
19	0.18	1.4757
20	0.19	1.362
21	0.2	1.2657
22	0.21	1.1798
23	0.22	1.0847
24	0.23	0.9900

Таблица для ввода и редактирования динамического давления, состоит из трех столбцов:

- *№* – номер точки воздействия. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- *t, сек* – время в секундах, действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- *P* – динамическое давление в единицах, указанных в поле *Единицы измерения*, МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное число.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек динамического воздействия используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки динамического воздействия в порядке возрастания времени.

- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям, как поясняющий текст к воздействию.

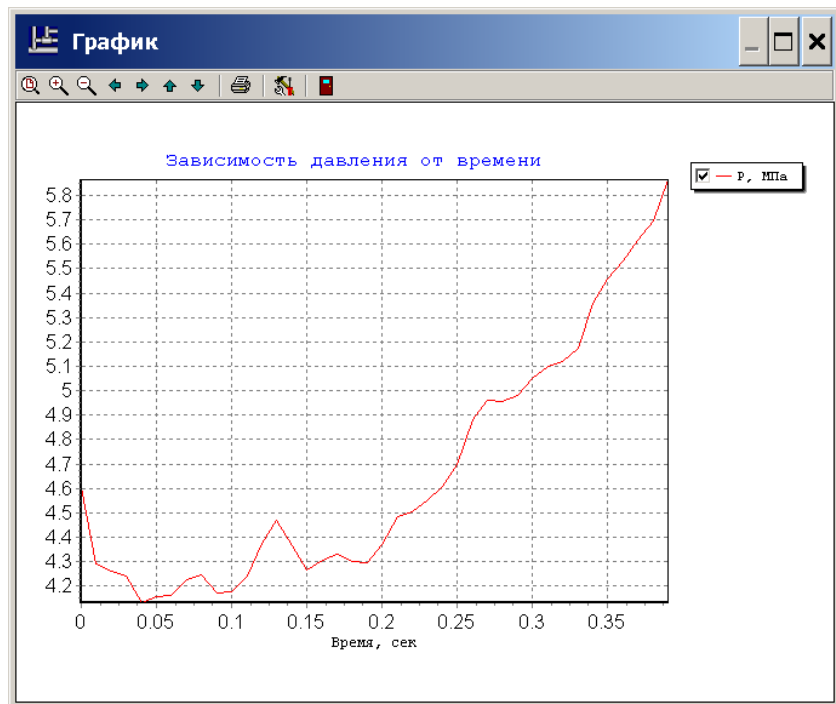
- *Единицы измерения* – единицы задания давления, МПа или кг/см<sup>2</sup>.

**Внимание:** единицы измерения можно выбрать до введения значений давления или изменить после того.

- *Масштаб* – параметр используется для масштабирования – приведения вводимого давления к воздействию, используемому в расчете. Все значения введенного воздействия (динамического давления) программно умножаются на этот коэффициент.

После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие. См. также описание кнопки *График* (меню *Данные*, пункт *Сейсмическое воздействие*, [Спектр ответов \(проекции\)](#)).



- *Из файла...* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задана пара чисел, разделенная пробелом:

время давление

...

время давление

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

- *В файл...* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла, в который выведена построчно зависимость динамического давления от времени.

- *БД* – ввод динамического воздействия из базы данных по воздействиям.

Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.

- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

## Сосредоточенные силы (проекции)

№	t, сек	Fx	Fy	Fz
1	0	0	-26	0
2	0.02	0	-39	0
3	0.04	0	-42	0
4	0.06	0	-55	0
5	0.08	0	-70	0
6	0.1	0	-92	0
7	0.12	0	-117	0
8	0.14	0	-148	0
9	0.16	0	-192	0
10	0.18	0	-205	0
11	0.2	0	-288	0
12	0.22	0	-346	0
13	0.24	0	-405	0
14	0.26	0	-474	0
15	0.28	0	-580	0
16	0.3	0	-620	0
17	0.32	0	-650	0
18	0.34	0	-671	0
19	0.36	0	-693	0
20	0.38	0	-715	0
21	0.4	0	-26	0
22	0.42	0	-39	0
23	0.44	0	-42	0
24	0.46	0	-55	0


Таблица для ввода и редактирования сосредоточенных сил, задаваемых “проекциями”, состоит из 5 столбцов:


- $M_0$  – номер точки воздействия. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.

- $t$ , сек – время в секундах, действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.

- $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  – проекции сосредоточенной динамической силы по глобальным осям в единицах, указанных в поле *Единицы измерения*, кН (кг), действительное число. Столбцы заполняются пользователем.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек динамического воздействия используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки динамического воздействия в порядке возрастания времени.

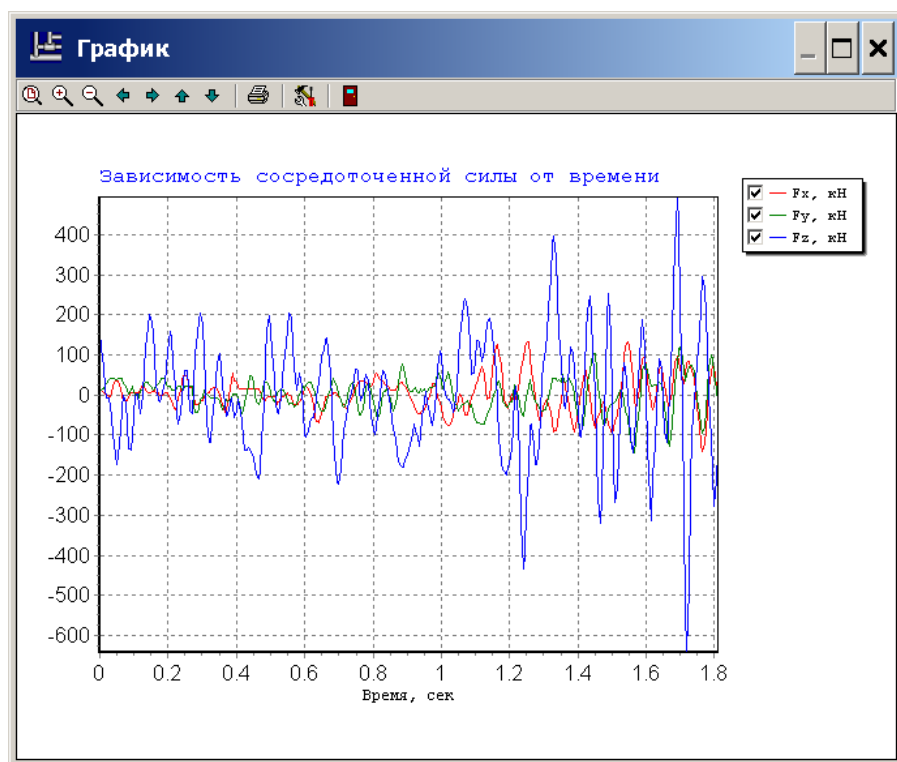
- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям, как поясняющий текст к воздействию.

- *Единицы измерения* – единицы задания силы, кН или кг.

**Внимание:** единицы измерения можно выбрать до введения значений силы или изменить после того.

После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие. См. также описание кнопки *График* (меню *Данные*, пункт *Сейсмическое воздействие*, [Спектр ответов \(проекции\)](#)).



- *Из файла...* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задано четыре числа, разделенных пробелами:

время проекция силы на X проекция силы на Y проекция силы на Z  
 ...  
 время проекция силы на X проекция силы на Y проекция силы на Z

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

- *В файл...* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла, в который выведена построчно зависимость проекций сил от времени.

- *БД* – ввод динамического воздействия из базы данных по воздействиям. Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.

- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

## Сосредоточенные силы (модуль)

№	t, сек	F
1	0	3.1132
2	1	0.5
3	2.3918	1
4	2.4984	2.4636
5	2.6429	2.5595
6	2.82	2.7507
7	3.0078	2.8822
8	10	20
9	30	10
10	100	0

Описание

Единицы измерения: кН

График Из файла... В файл... БД


Добавить Удалить Сортировка


ОК Отмена

Таблица для ввода и редактирования сосредоточенных сил, задаваемых “модулем”, состоит из трех столбцов:

- *№* – номер точки воздействия. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- *t, сек* – время в секундах, действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- *|F|* – модуль вектора сосредоточенных сил в единицах, указанных в поле *Единицы измерения*, кН (кг), действительное неотрицательное число.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек динамического воздействия используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки динамического воздействия в порядке возрастания времени.

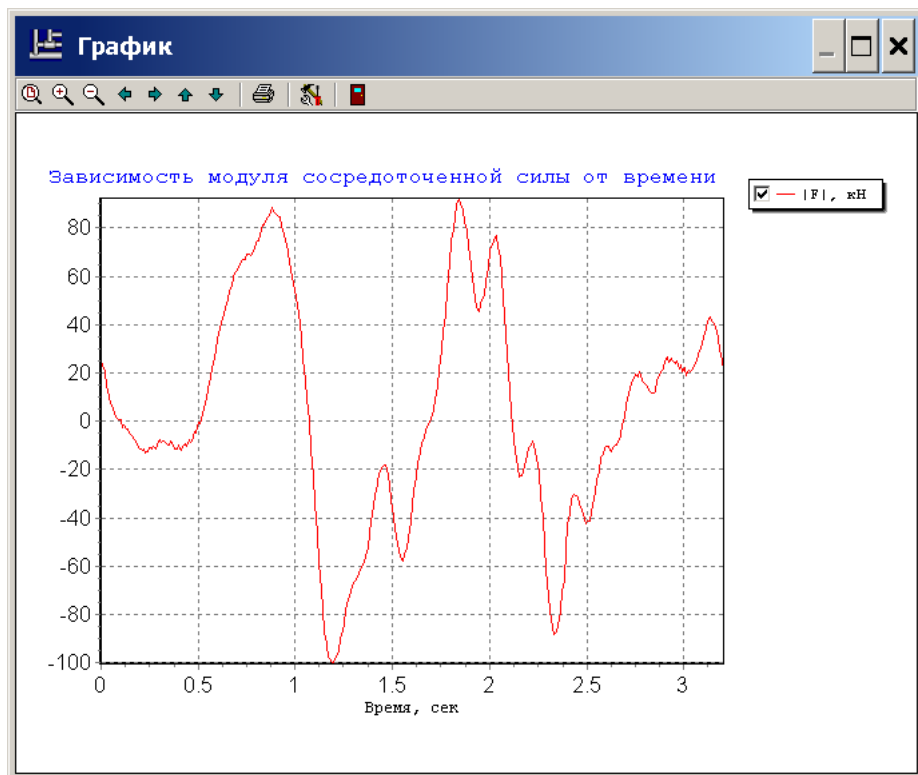
- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к воздействию (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по воздействиям, как поясняющий текст к воздействию.

- *Единицы измерения* – единицы задания силы, кН или кг.

**Внимание:** единицы измерения можно выбрать до введения значений силы или изменить после того.

После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное воздействие. См. также описание кнопки *График* (меню *Данные*, пункт *Сейсмическое воздействие*, [Спектр ответов \(проекции\)](#)).



- *Из файла...* – кнопка позволяет ввести воздействие из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задана пара чисел, разделенная пробелом:

```

время модуль силы
...
время модуль силы
    
```

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

- *В файл...* – кнопка позволяет экспортировать заданное воздействие в другой проект путем создания текстового файла, в который выведена построчно зависимость проекций сил от времени.

- *БД* – ввод динамического воздействия из базы данных по воздействиям.

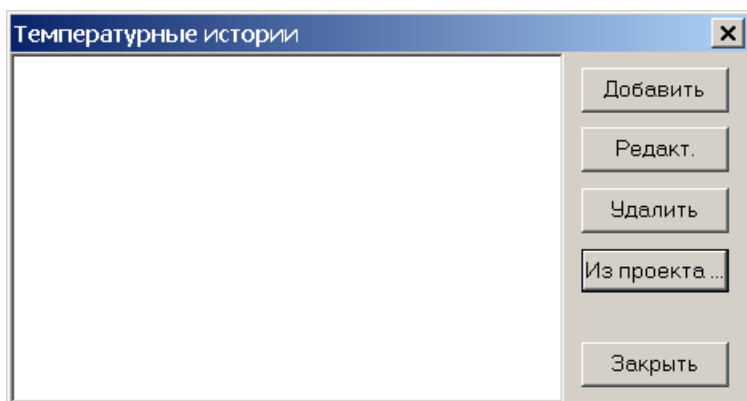
Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.
- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

### Температурные истории...

Температурная история подлежит заполнению при расчетах по **Нормам АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ** (РД 10-400-01, ГОСТ Р 55596-2013) **АСТРА-НЕФТЕХИМ** (ГОСТ 32388-2013) и рекомендуется для заполнения при расчете на циклическую повреждаемость (справочная информация) по **АСТРА-МАГИСТР**.

Данное окно появляется при выборе пункта Температурные истории в меню *Данные*. Температурная история строится в порядке убывания интервалов времени и размахов температуры.

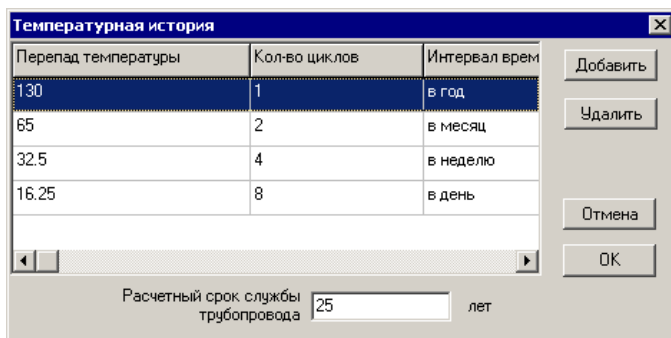


Для создания температурной истории следует нажать кнопку *Добавить*, для изменения параметров существующей температурной истории следует выделить ее в списке и нажать клавишу *Редактирование*, для удаления выделенной температурной истории нажать клавишу *Удалить*.

- *Из проекта...* – подключить к проекту все имеющиеся температурные истории из другого проекта, выбранного пользователем. Введенные воздействия дописываются в конец списка температурных историй;

Температурные истории рекомендуется задавать до ввода данных деталей расчетной схемы. Если введены данные хотя бы первой детали расчетной схемы, а температурная история еще не была задана, то при нажатии клавиши *Добавить* по умолчанию используется перепад температуры выбранной детали. При необходимости эти данные можно откорректировать.





Перепад температуры	Кол-во циклов	Интервал врем
130	1	в год
65	2	в месяц
32.5	4	в неделю
16.25	8	в день

Расчетный срок службы трубопровода  лет

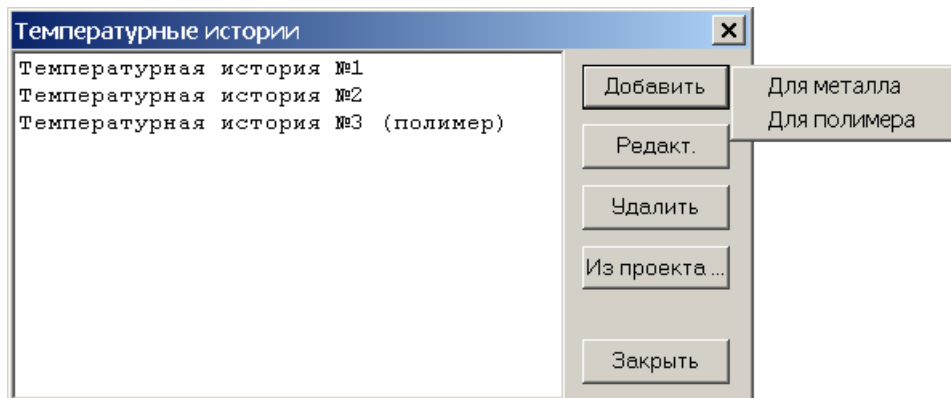
В окне *Температурная история* необходимо указать следующие параметры:

- *Перепад температуры* – величина изменения температуры в данном цикле, град.
- *Количество циклов* – частота повторений цикла, целое, положительное число.
- *Интервал времени* – интервал времени, в рамках которого происходит повторение указанного количества циклов данного типа. Принимает значения *В год*, *В месяц*, *В неделю*, *В день*.
- *Расчетный срок службы трубопровода* – используется для подсчёта количества циклов за весь срок службы, целое, положительное число, год.

Новые циклы добавляются с помощью кнопок *Добавить* и *Удалить* в окне *Температурная история*

Для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)** при нажатии на кнопку *Добавить* возможно задание температурных историй двух типов:

- для металла;
- для полимера



Температурные истории

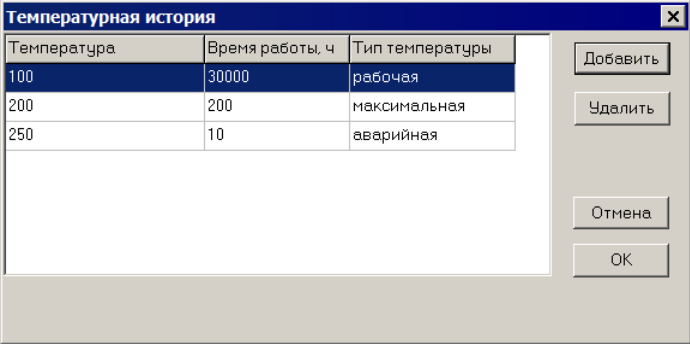
- Температурная история №1
- Температурная история №2
- Температурная история №3 (полимер)

Добавить  
Редакт.  
Удалить  
Из проекта ...  
Закреть

Добавить  
Для металла  
Для полимера

Для полимерных труб в **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)** задаётся:

- *Температура* – значение температуры, град;
- *Время работы* – время действия данной температуры за весь срок службы, целое положительное число, час;
- *Тип температуры* – характеристика режима работы трубопровода. Принимает значения *Рабочая*, *Аварийная* или *Максимальная*. Типы *Аварийная* и *Максимальная* задаются только 1 раз.

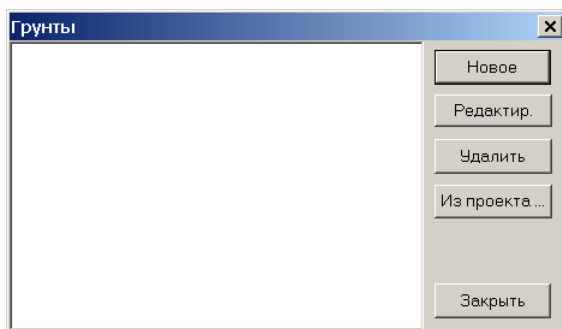


Температура	Время работы, ч	Тип температуры
100	30000	рабочая
200	200	максимальная
250	10	аварийная

Новые режимы работы добавляются с помощью кнопок *Добавить* и *Удалить* в окне *Температурная история*.

## Грунты...

Данное окно появляется при выборе пункта Грунты в меню *Данные* и подлежит заполнению при моделировании подземных бесканальной прокладки и наземных (в насыпи) трубопроводов. Для создания грунта следует нажать кнопку *Новое*, для изменения параметров существующего грунта следует выделить его в списке и нажать клавишу *Редактирование*, для удаления выделенного грунта нажать клавишу *Удалить*. Кнопка *Заккрыть* служит для выхода из диалога с сохранением внесенных изменений.



При вводе свойств вновь создаваемого грунта или при редактировании уже заданного грунта необходимо заполнить (изменить) поля таблицы, открывающейся нажатием кнопки *Новое (Редактирование)*.

- *Из проекта* – подключить к проекту грунт из другого проекта (файл \*.anp).

Свойства грунта можно выбрать из базы данных, нажав кнопку **БД**.

- *Тип* – выбирается из списка. Типы грунтов приняты согласно [5]

1 - пески маловлажные и раститель...	▼
1 - пески маловлажные и растительный	
2 - пески и растительный грунт влажные и насыщенные водой, супесь твердая, тугопластичная и пластичная; суглинок твердый и тугопластичный	
3 - супесь мягкопластичная и текучая; суглинок пластичный, глина твердая и	
4 - суглинок мягкопластичный и текучий, глина пластичная и мягкопластичная	
5 - глина текучая	

При внесении нового грунта в БД (см. меню *Файл*, пункт *Редактирование БД...*) или задании параметров грунта непосредственно в окне *Свойства грунта* тип грунта следует выбрать наиболее подходящий из списка, представленного выше;

- *Модуль упругости грунта* – действительное положительное число, МПа (кг/см<sup>2</sup>);

- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент относительной поперечной деформации;

- *Коэффициент пористости* – отношение объема пор в грунте к объему минеральных частиц. Коэффициент пористости используют для оценки плотности сложения песков, свойств некоторых глинистых грунтов, расчетного сопротивления грунта;

- *Угол внутреннего трения* – параметр прямой зависимости сопротивления грунта срезу от вертикального давления, определяемый как угол наклона этой прямой к оси абсцисс, град;

- *Плотность* – плотность грунта (отношение массы объема грунта, включая массу воды в его порах, к занимаемому этим грунтом объему, т/м<sup>3</sup>);

- *Сцепление* – параметр прямой зависимости сопротивления грунта срезу от вертикального давления, определяемый как отрезок, отсекаемый этой прямой на оси ординат, МПа;

- *Несущая способность* – действительное положительное число, МПа;

- *Коэффициент сопротивления продольным перемещениям* – обобщенный коэффициент касательного сопротивления грунта, кН/м<sup>3</sup>;

## Учет матричных суперэлементов...

При выборе пункта [Учет матричных суперэлементов](#) в меню Данные на экране появляется диалог, в котором можно задать новые матричные суперэлементы или отредактировать имеющиеся.

- *Суперэлементы* – список учитываемых матричных суперэлементов (МСЭ). Необходимо отметить флажками учитываемые МСЭ. В одном расчёте может учитываться несколько МСЭ.

- *Название* – символьная строка с названием или с комментариями для этого МСЭ.

- *Матрицы* – список доступных блоков матриц и векторов в МСЭ.

- *Просмотр* – кнопка, предназначенная для просмотра содержимого блока матрицы или вектора, выбранного в списке *Матрицы*.

- *Удалить* – кнопка для удаления выбранной в списке *Матрицы* блока матрицы или вектора.

- *Очистить* – кнопка для удаления всех блоков матриц и векторов.

- *Число учитываемых форм колебаний* – количество учитываемых внутренних форм колебаний матричного суперэлемента. Неотрицательное число, не больше реально определенного при формировании данного МСЭ.

- *Внешние узлы суперэлемента* – список внешних узлов учитываемого МСЭ, порядок следования узлов в нумерации модели **АСТРА-НОВА** должен строго соответствовать порядку узлов учитываемого МСЭ.

- *Новый* – кнопка предназначена для добавления учитываемого МСЭ.
- *Удалить* – кнопка предназначена для удаления учитываемого МСЭ.
- *Из файла* – кнопка позволяет ввести коэффициенты матриц из текстового файла (в формате **АСТРА-НОВА** или ANSYS [131]) для учитываемого МСЭ.
- *В файл* – сохранение выбранного МСЭ в текстовом файле в формате **АСТРА-НОВА**.

Описание формата **АСТРА-НОВА** см. *Общее описание (приложение)* п. 6.3.

Для масштабирования и поворота МСЭ (например, если он задан в других единицах измерения или при другой ориентации осей) при расчёте предназначены поля редактирования *Углы* и *Масштабные коэффициенты*.

- *Углы* – углы поворота ранее сформированного МСЭ вокруг осей *X, Y, Z*, град.
- *Масштабные коэффициенты* – для масштабирования коэффициентов матриц жесткости, масс и нагрузок. Масштабные коэффициенты для матриц жесткости и масс – действительные неотрицательные числа, для векторов нагрузок – произвольные действительные.

### Формирование матричных суперэлементов...

**Формирование матричных суперэлементов**

Суперэлементы

- ☒ Суперэлемент №1
- ☐ Суперэлемент №2

Новый

Удалить

Внешние узлы суперэлемента

- 1
- 2
- 3

Название

АСТРА-6 40 внутренних форм

Число внутренних форм колебаний 40

Имя файла с матрицами суперэлемента

D:\ВЕРИФИКАЦИЯ\ТЕСТ1\АСТРА\_6\_40.TXT

OK


Отмена

При выборе пункта Формирование матричных суперэлементов в меню *Данные* на экране появляется диалог, в котором можно задать новые суперэлементы или отредактировать имеющиеся.

- *Суперэлементы* – список матричных суперэлементов (МСЭ), доступных для формирования. Необходимо отметить флажком формируемый МСЭ. В одном расчёте формируется только один МСЭ.

- *Название* – символьная строка с названием или с комментариями для выбранного МСЭ.

- *Число внутренних форм колебаний* – количество определяемых внутренних собственных форм колебаний “закрепленного” по внешним узлам МСЭ, которое в дальнейшем может быть учтено при включении данного МСЭ в общую АСТРА-модель трубопроводной системы.

- *Имя файла с матрицами суперэлемента* – следует указать имя файла, в котором будет храниться сформированный МСЭ. Для этого необходимо нажать кнопку  и в появившемся диалоге выбрать или задать имя файла.

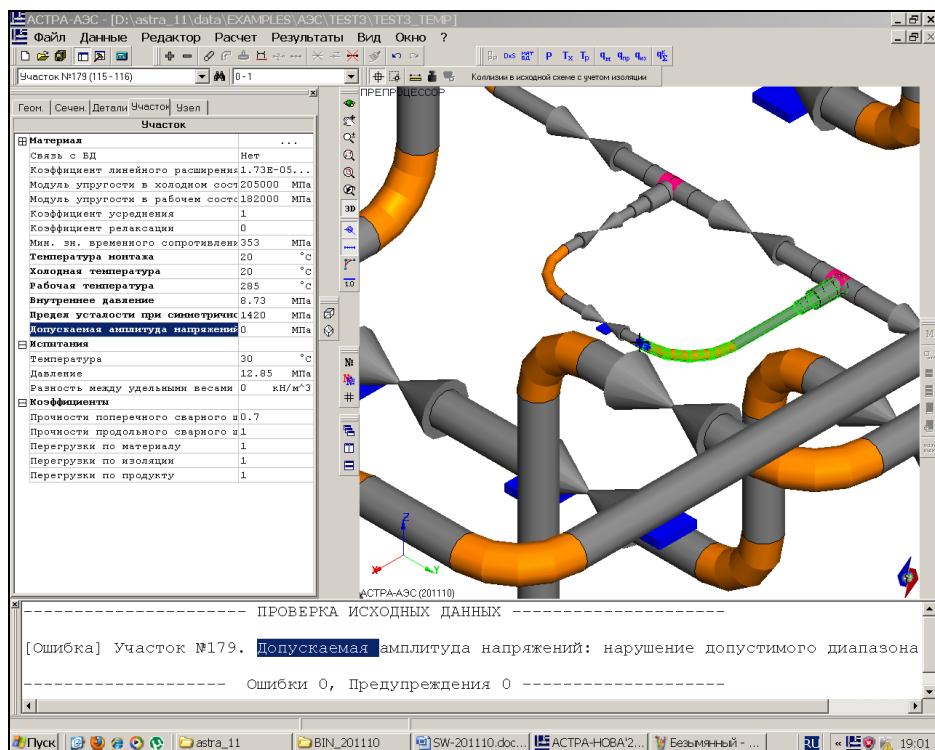
- *Внешние узлы суперэлемента* – список внешних узлов формируемого МСЭ. Данные узлы в модели должны существовать.

- *Новый* – кнопка предназначена для добавления формируемого МСЭ.

- *Удалить* – кнопка предназначена для удаления формируемого МСЭ.

## Проверка данных

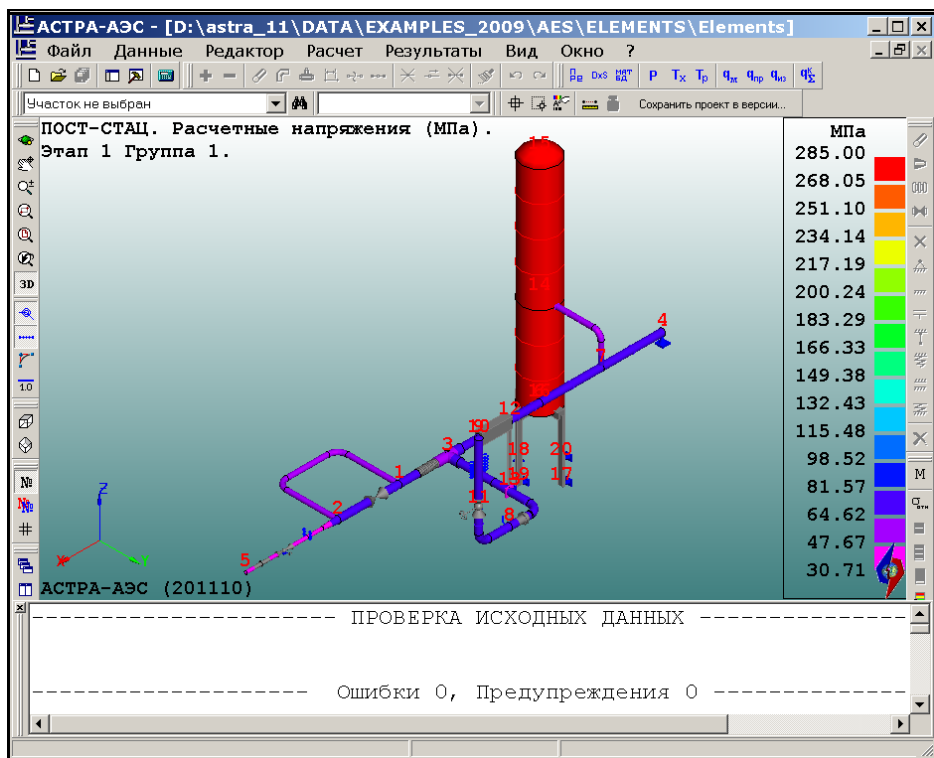
Проверка правильности задания исходных данных расчетной модели (такая же проверка проводится перед расчетом). Результаты проверки, выполняемой при выборе пункта [Проверка данных](#) в меню *Данные*, в текстовом виде выводятся в окно *Сообщения*. Для просмотра сообщений можно расширить это окно, сдвинув разделитель экрана.



Двойное нажатие левой клавишей мыши по строке с ошибкой автоматически визуализирует место на модели, в котором обнаружена ошибка, активизируется соответствующая закладка на *Панели ввода*.

При отсутствии диагностических сообщений в окне *Сообщения* появляется диагностика *Ошибки 0, Предупреждения 0*.







## Измерение

Пункт меню предназначен для проведения измерений расстояний и весов в расчётной модели.

### Измерение расстояния

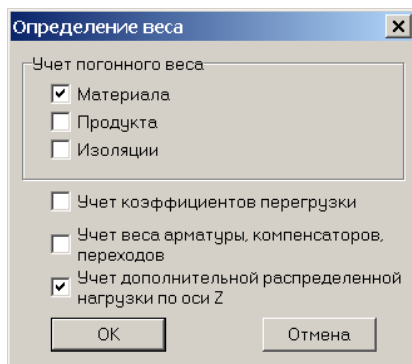
С помощью данной функции проводится измерение расстояния по прямой между двумя любыми сечениями схемы, а также отображение разницы координат (по осям ГСК) для выбранных сечений и полярный и азимутальный углы (см. закладка [Геометрия](#) на [Панели ввода](#)). Эта функция может быть также вызвана при

помощи кнопки  на панели инструментов [Навигация](#). При нажатой пиктограмме курсор приобретает вид . Результаты измерения печатаются в окне *Сообщения*. После выбора первой точки в окне *Сообщения* печатается текст: «Измерение расстояния. Выбрана первая точка.», после выбора второй точки в том же окне выдаются результаты измерения в следующем формате:

« $L = \dots$  мм;  $\Delta X = \dots$  мм;  $\Delta Y = \dots$  мм;  $\Delta Z = \dots$  мм  
Полярный угол (в плане) =  $\dots$  град, Азимутальный угол (в профиле) =  $\dots$  град».

## Вес выделенных деталей

Определение веса выделенных (с помощью функций [Выбор деталей](#) и [Выбор участков](#)) деталей трубопровода, в зависимости от выбранных опций в появившемся диалоге



- *Учёт погонного веса материала (продукта, изоляции)* – для деталей *Труба*, *Отвод* учитывается заданный погонный вес материала (продукта, изоляции), см. пункт *Погонный вес* на панели [Труба](#), закладки *Деталь*, на *Панели ввода*.

- *Учёт коэффициентов перегрузки* – при подсчёте веса деталей учитываются коэффициенты перегрузки по материалу, продукту, изоляции, см. пункт [Коэффициенты](#), закладки *Деталь*, на *Панели ввода*.

- *Учёт веса арматуры, компенсаторов, переходов* – учёт веса материала, продукта, изоляции (в зависимости от установленных опций в том же диалоговом окне) деталей *Переход*, *Компенсатор*, *Арматура*. В случае задания штока арматуры учитывается также и его вес.

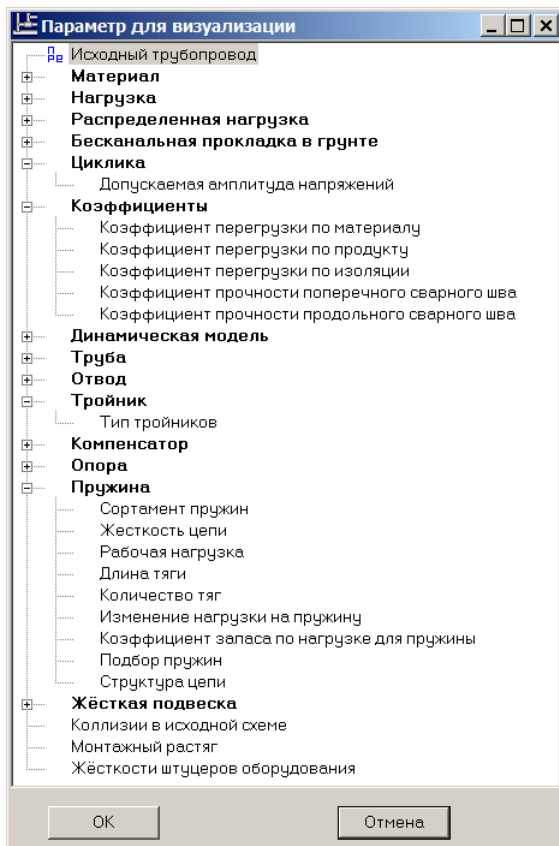
- *Учёт дополнительной распределённой нагрузки по оси Z* – учитывается дополнительная нагрузка по оси Z меньше нуля (заданная в сторону отрицательного направления оси Z ГСК).

Результаты измерения печатаются в окне *Сообщения*.

## Исходные данные (таблица)

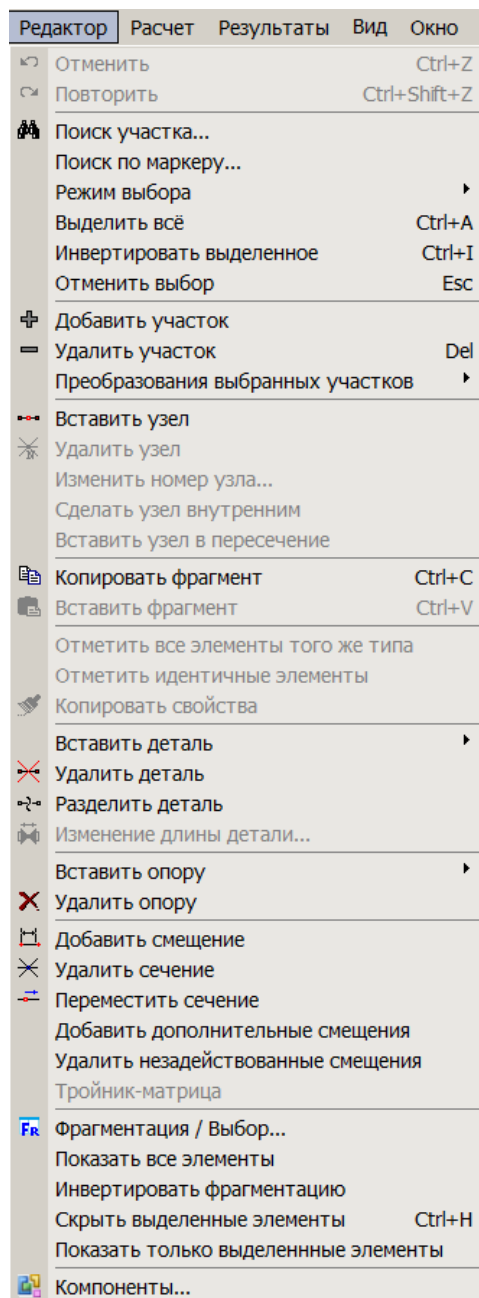
Выводятся (в том числе, до выполнения расчета) исходные данные деталей, выбранных (см. *Фрагментация*) при визуализации расчетной модели. Формат вывода соответствует таблице *Исходные данные* (меню *Результаты*, пункт *Сводные таблицы (СТАЦ)*).

## Визуализация исходных данных...

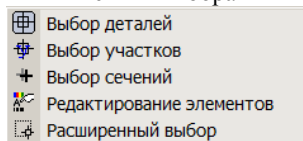


Вызов диалога *Визуализация исходных данных* для выбора визуализируемого параметра. Вид диалогового окна зависит от выбранных норм расчёта (см. меню *Данные*, закладка [Общие данные](#)).

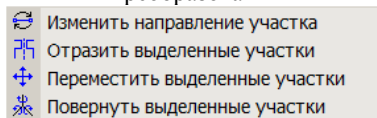
## Меню Редактор



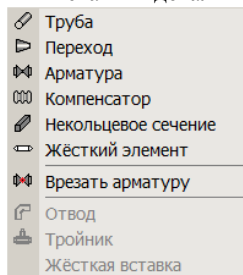
### Режим выбора



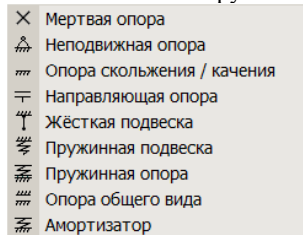
### Преобразования



### Вставить деталь



### Вставить опору



Данное меню появляется при выборе пункта [Редактор](#) в главном меню **ПК АСТРА-НОВА'2021**.

<a href="#">Отменить</a>	Отмена последнего выполненного действия
<a href="#">Повторить</a>	Повтор ранее отмененного действия
<a href="#">Поиск участка</a>	Поиск участка по номеру начала и конца
<a href="#">Поиск по маркеру</a>	Поиск сечений по маркеру
<b>Режим выбора</b>	
<a href="#">Выбор деталей</a>	Выбор участка, отрезка и сечения (узла) при помощи указателя мыши в графическом окне
<a href="#">Выбор участков</a>	Режим выбора всех деталей-отрезков участка и единственного сечения
<a href="#">Выбор сечений</a>	Режим выбора группы сечений
<a href="#">Редактирование элементов</a>	Режим редактирования элементов
<a href="#">Расширенный выбор</a>	Расширенный выбор участков, деталей, сечений при помощи указателя мыши и контура в графическом окне
<a href="#">Выделить всё</a>	Выделение всех деталей фрагмента расчётной модели
<a href="#">Инвертировать выделенное</a>	Инвертирование выделенных деталей-отрезков (выделяются невыбранные детали-отрезки, с ранее выбранных выделение снимается). Инвертирование выполняется также при нажатии сочетания клавиш <b>Ctrl</b> и <b>I</b>
<a href="#">Отменить выбор</a>	Отмена выбора всех выделенных элементов расчетной модели. Отмена выбора выполняется также при нажатии клавиши <b>Esc</b> на клавиатуре
<a href="#">Добавить участок</a>	Добавление нового участка
<a href="#">Удалить участок</a>	Удаление выделенных участков Удаление выполняется также при нажатии клавиши <b>Del</b> на клавиатуре.
<a href="#">Изменить направление участка</a>	Изменения направления нумерации участка (первое сечение становится последним)
<a href="#">Отразить выделенные участки</a>	Отражение выделенных участков относительно плоскости с заданными компонентами нормали
<a href="#">Переместить выделенные участки</a>	Перенос выделенных участков на заданный вектор
<a href="#">Повернуть выделенные участки</a>	Поворот на заданные углы вокруг координатных осей выделенных участков
<a href="#">Вставить узел</a>	Вставка узла в выделенное сечение (т.е. разбиение выделенного участка на два маркированным сечением)
<a href="#">Удалить узел</a>	Удаление выделенного узла соединения двух участков (т.е. вместо двух участков образуется один)
<a href="#">Изменить номер узла...</a>	Изменение номера узла, отмеченного указателем сечения

<a href="#"><u>Сделать узел внутренним</u></a>	Делает отмеченный узел внутренним, т.е. его номер будет меньше, чем Номер последнего внутреннего узла
<a href="#"><u>Вставить узел в пересечение</u></a>	Вставка узла в пересечение двух элементов
<a href="#"><u>Копировать фрагмент</u></a>	Копирование фрагмента модели в буфер обмена (импорт проектов) (выполняется только при выборе базового узла). Копирование выполняется также при нажатии сочетания клавиш <b>Ctrl</b> и <b>C</b> на клавиатуре
<a href="#"><u>Вставить фрагмент</u></a>	Вставка фрагмента модели из буфера обмена. При этом базовый узел, выбранный при копировании участков нумеруется тем же номером, что и маркированный узел. Остальные узлы вставляемых участков нумеруются автоматически. Вставка выполняется также при нажатии сочетания клавиш <b>Ctrl</b> и <b>V</b> на клавиатуре
<a href="#"><u>Отметить идентичные элементы</u></a>	Выделить элементы, данные которых полностью совпадают с данными выбранного элемента. Данный пункт активен в режиме редактирования элементов и только в том случае, когда выбран единственный элемент
<a href="#"><u>Отметить все элементы того же типа</u></a>	Выделить элементы, тип которых совпадают с типом выбранного элемента. Данный пункт активен в режиме редактирования элементов и только в том случае, когда выбран единственный элемент
<a href="#"><u>Копировать свойства</u></a>	Копирование свойств выделенного элемента на другие элементы.
<a href="#"><u>Вставить деталь</u></a>	Вставка детали в сечение, отмеченное указателем
<a href="#"><u>Удалить деталь</u></a>	Удаление выделенного отрезка
<a href="#"><u>Разделить деталь</u></a>	Разделить деталь на две маркированным смещением
<a href="#"><u>Изменение длины детали</u></a>	<a href="#"><u>Изменение длины детали</u></a> от центра детали
<a href="#"><u>Вставить опору</u></a>	Пункт предназначен для вставки опорных конструкций (мертвой, неподвижной опор, опоры скольжения/ качения, жесткой или пружинной подвесок, опоры общего вида, амортизатора)
<a href="#"><u>Удалить опору</u></a>	Пункт предназначен для удаления выделенной опорной конструкции, пружины или амортизатора
<a href="#"><u>Добавить смещение</u></a>	Добавление нового смещения
<a href="#"><u>Удалить сечение</u></a>	Удаление выделенного смещения. Все опорные конструкции и другие признаки, присутствующие в удаляемом сечении, также удаляются.
<a href="#"><u>Переместить сечение</u></a>	Перемещение выделенного сечения. Все опорные конструкции и другие признаки, присутствующие в перемещаемом сечении, также перемещаются.
<a href="#"><u>Добавить</u></a>	Разбиение выделенного отрезка смещениями на нужное

<a href="#"><u>дополнительные смещения</u></a>	количество частей
<a href="#"><u>Удалить недействительные смещения</u></a>	Удаление смещений, в которых отсутствуют признаки (опорные конструкции, фланцы, динамические степени свободы и т.д.)
<a href="#"><u>Фрагментация / Выбор</u></a>	Вызов окна <a href="#"><u>Фрагментация / Выбор</u></a>
<a href="#"><u>Показать все элементы</u></a>	Данная возможность позволяет увидеть все элементы расчетной модели
<a href="#"><u>Инvertировать фрагментацию</u></a>	Данная возможность позволяет инvertировать фрагментацию (видимые элементы становятся невидимыми и, наоборот, невидимые элементы становятся видимыми)
<a href="#"><u>Скрыть выделенные элементы</u></a>	Данная возможность позволяет сделать невидимыми выделенные элементы. Скрытие выполняется также при нажатии сочетания клавиш <b>Ctrl</b> и <b>H</b> на клавиатуре
<a href="#"><u>Показать только выделенные элементы</u></a>	Данная возможность позволяет увидеть только выделенные элементы
<a href="#"><u>Компоненты</u></a>	Вызов диалога Компоненты для создания и удаления компонент

## Отменить

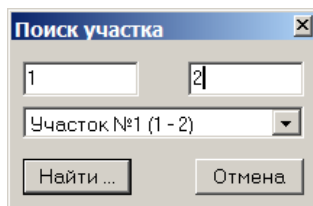
Отмена последнего выполненного действия.

## Повторить

Повтор ранее отмененного действия.

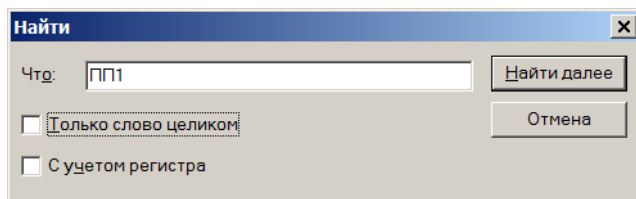
## Поиск участка

Поиск участка по номеру начала и конца. В диалоговом окне необходимо указать номера начального узла участка в левом поле, конечного узла в правом. Выбранный участок станет активным и отобразится в графическом окне.



## Поиск по маркеру

Поиск сечения по маркеру. В диалоговом окне необходимо указать строку для поиска и выставить необходимые опции поиска.



После нажатия кнопки *Найти далее...* список найденных сечений появится в *Окне сообщений* (подвале).



### ПОИСК ПО МАРКЕРУ

[Найдено] Участок №1 (1) . 2 ПП1  
 [Найдено] Участок №1 (12) . 5 ПП1  
 [Найдено] Участок №1 (19) . 8 ПП1  
 [Найдено] Участок №1 (25) . 10 ПП1

Найдено 4

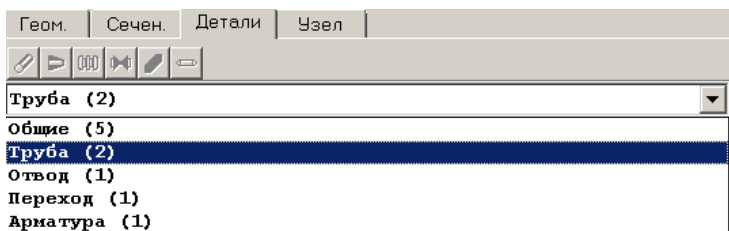
Для перехода в нужное сечение нужно дважды щёлкнуть левой клавишей мыши на соответствующей строке в подвале.

## Выбор деталей

В данном режиме выбирается одна или несколько деталей-отрезков и единственное сечение. Этот режим может быть также вызван при помощи кнопки “прицел”  на панели инструментов [Навигация](#). При нажатой пиктограмме курсор приобретает вид прицела . Если при выборе деталей удерживать кнопку **Shift** или **Ctrl**, то можно выбрать несколько деталей-отрезков. Для отмены выбора необходимо повторно указать требуемые детали с помощью левой клавиши мыши при нажатой клавише **Ctrl**. Для полной отмены выбранных деталей можно воспользоваться пунктом [Отменить выбор](#) меню *Редактор* или нажать клавишу **Esc**.

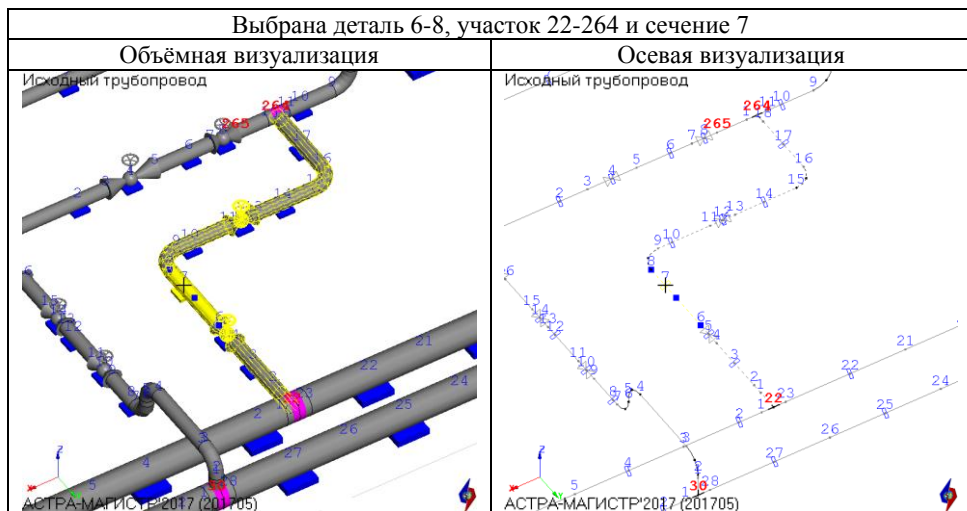
В режиме выбора деталей возможно редактирование данных выбранной детали-отрезка в закладке [Детали](#) на *Панели ввода* и данных элементов в выбранном сечении в закладке [Сечения](#). В случае выбора нескольких деталей-отрезков возможность смены типа детали блокируется. Выпадающий список в закладке [Детали](#) на *Панели ввода* содержит типы и количество (в скобках) выбранных деталей-отрезков, а также пункт *Общие*, который содержит данные, общие для всех выбранных деталей-отрезков.







При отображении в графическом окне выбранные детали выделяются контрастным (по выбору пользователя) цветом (см. меню *Файл*, пункт [Настройки](#), закладка *Цвета*), также пунктирными линиями отмечаются участки, которым принадлежат выбранные детали. Сечения выбранной детали и её середина помечаются синими точками, указатель сечения устанавливается в сечение, которое ближе всего к точке на экране, указанной мышью.

**Обратите внимание:** выбранные детали выделяются цветом только при просмотре геометрии исходного трубопровода, а в случае визуализации исходных данных (*Температура, Грунты, Давление, Диаметр...*) отмечаются только синими точками. При визуализации результатов расчёта выбранные детали не отмечаются.



## Выбор участков

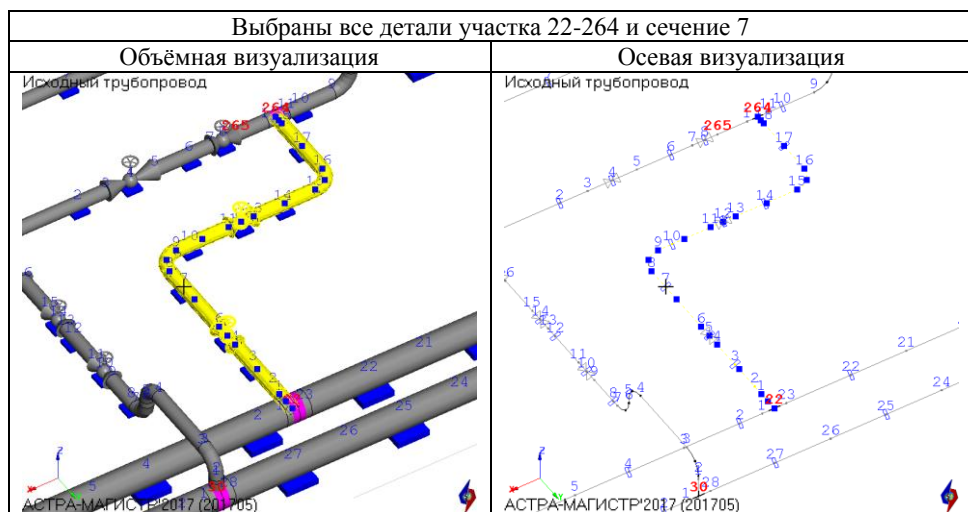
В данном режиме выбираются все детали-отрезки участка и единственное сечение. Этот режим может быть также вызван при помощи кнопки  на панели инструментов [Навигация](#). При нажатой пиктограмме курсор приобретает вид прицела . Если при выборе участков удерживать кнопку **Shift** или **Ctrl**, то можно выбрать все детали-отрезки нескольких участков. Для отмены выбора необходимо повторно указать требуемые участки с помощью левой клавиши мыши при нажатой

Москва, 2020



клавише **Ctrl**. Для полной отмены выбранных участков можно воспользоваться пунктом [Отменить выбор](#) меню *Редактор* или нажать клавишу **Esc**.

В данном режиме возможно редактирование данных деталей-отрезков выбранного участка в закладке [Детали](#) на *Панели ввода* и данных элементов в выбранном сечении в закладке [Сечения](#). Выпадающий список в закладке [Детали](#) на *Панели ввода* содержит типы и количество (в скобках) выбранных деталей-отрезков участка, а также пункт *Общие*, который содержит данные, общие для всех выбранных деталей-отрезков. При отображении в графическом окне детали выбранного участка выделяются цветом. Сечения деталей выбранного участка и их середины отмечаются синими точками, указатель сечения устанавливается в сечение, которое ближе всего к точке на участке, указанной мышью. Режим повторяет *Выбор деталей* с тем отличием, что в этом режиме все детали участка выбираются одним нажатием клавиши мыши.

**Обратите внимание:** выбранные участки выделяется только при просмотре геометрии исходного трубопровода, а в случае визуализации исходных данных (*Температура, Грунты, Давление, Диаметр...*) или визуализации результатов расчёта на схеме отмечаются только пунктиром.



## Выбор сечений

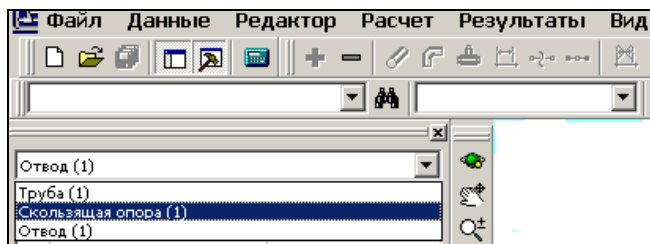
Режим выбора сечений позволяет выбрать сразу несколько сечений. Этот режим может быть также вызван при помощи кнопки  на панели инструментов [Навигация](#). При нажатой пиктограмме курсор приобретает вид прицела . Если при выборе сечений удерживать кнопку **Shift** или **Ctrl**, то можно выбрать несколько сечений. Для отмены выбора необходимо повторно указать требуемые сечения с помощью левой клавиши мыши при нажатой клавише **Ctrl**. Для полной отмены

выбранных сечений можно воспользоваться пунктом [Отменить выбор](#) меню *Редактор* или нажать клавишу **Esc**.

В данном режиме возможно, в случае наличия в выбранных сечениях элементов трубопровода, в частности, элементов опорно-подвесной системы, редактирование данных таких элементов в закладке [Сечение](#) на *Панели ввода*, характеристики этих элементов будут высвечиваться в окне свойств (см. также пункт [Редактирование элементов](#)) Выпадающий список в закладке [Сечение](#) на *Панели ввода* содержит типы и количество (в скобках) выбранных элементов трубопровода.



Также выбранная группа сечений может быть использована для вставки или удаления опорных конструкций при помощи кнопок на панели инструментов [Элементы](#), а также вставки тройников и отводов с помощью панели инструментов [Редактор](#).

## Редактирование элементов

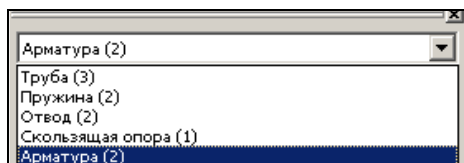


Режим редактирования элементов предназначен для группового изменения данных выбранных элементов, например для замены сортаментов труб, типов пружин, характеристик опор и т.п. для целой группы элементов.

Для редактирования можно выбрать любые отображаемые при визуализации элементы трубопроводной системы, такие как трубы, отводы, переходы, тройники, заданные как деталь (с помощью пункта [Тройник](#), меню *Редактор* или соответствующей кнопки на панели инструментов [Редактор](#)), компенсаторы, арматура, некольцевые сечения, опоры, пружины, и др.), за исключением жёсткостей штуцеров оборудования, фланцев, монтажных натягов, динамических степеней свободы, а также других элементов, не относящихся к опорно-подвесной системе трубопровода.

Режим редактирования элементов вызывается выбором пункта [Редактирование элементов](#) в меню *Редактор* или нажатием на кнопку  на панели инструментов [Навигация](#). При нажатой пиктограмме курсор приобретает вид прицела .

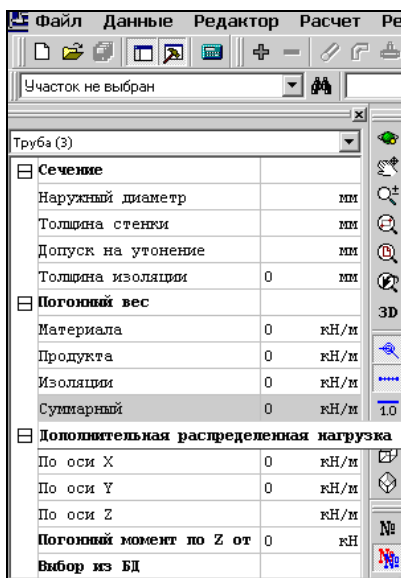
На *Панели ввода* появляется список типов выбранных элементов с указанием в скобках их количества.



Выбор элементов выполняется нажатием левой клавишей мыши на нужном элементе трубопровода. Для исключения отмеченного элемента из выбора следует щёлкнуть по нему, удерживая нажатой клавишу **Ctrl**. Для полной отмены выбранных фрагментов можно воспользоваться пунктом [Отменить выбор](#) меню *Редактор* или нажатием клавиши **Esc**.

Для редактирования данных элементов одного и того же типа необходимо выбрать этот тип в списке на *Панели ввода*.

В случае если элементы одного типа имеют разные значения одного и того же параметра, соответствующее поле на панели ввода будет пустым.



Для изменения значения параметра для выбранных элементов введите новое значение в соответствующее поле ввода.


Наружный диаметр	325	мм
------------------	-----	----

Редактирование элементов трубопровода, задаваемых через пункт [Вставить деталь](#) меню *Редактор* доступно в режиме *Выбор деталей* и *Выбор участков*. Редактирование данных выбранных элементов осуществляется в закладке [Детали](#) на *Панели ввода* аналогично. См. *Панель ввода*, закладка [Детали](#).

Редактирование элементов трубопровода, задаваемых через пункт [Вставить опору](#) меню *Редактор* доступно в режиме *Выбор сечений*. Редактирование данных выбранных элементов осуществляется в закладке [Сечение](#) на *Панели ввода* аналогично. См. *Панель ввода*, закладка [Сечение](#).

## Расширенный выбор

Опция расширенного выбора позволяет для всех режимов выбора (*Выбор деталей*, *Выбор участков*, *Выбор сечений*, *Редактирование элементов*) использовать рамку выбора в графическом окне, которая появляется при передвижении мыши с удерживаемой левой клавишей. Если при активации рамки выбора указатель мыши движется слева направо, то происходит выделение только тех деталей (участков, сечений), которые полностью оказались в рамке. Если же указатель мыши движется справа налево, то выделяются все детали (участки, сечения), частично попавшие в рамку выбора. Опция расширенного выбора доступна только совместно с одним из режимов выбора: *Выбор деталей*, *Выбор участков*, *Выбор сечений*, *Редактирование*

*элементов*. Этот режим может быть также вызван при помощи кнопки  на панели инструментов [Навигация](#).

## Выделить всё

Выделение всех деталей для дальнейшего редактирования, удаления, копирования и т.п. См. также пункт [Выбор](#) меню *Редактор*. Выделение всех участков осуществляется, в том числе одновременным нажатием клавиш **Ctrl** и **A**.

## Инвертировать выделенное

Инвертирование выбора деталей. Ранее выбранные детали становятся неактивными, и наоборот, выделяются те детали, которые не были выбраны (см. также пункт [Выбор](#) меню *Редактор*).

## Отменить выбор

Отменяет выбор всех выделенных деталей расчетной модели. Отмена выбора выполняется также при нажатии клавиши **Esc** на клавиатуре.

## Добавить участок

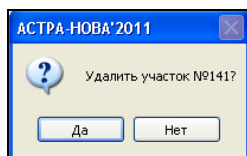
Для добавления нового участка выберите пункт [Добавить участок](#) в меню *Редактор*. Новый участок добавляется после активного участка, а если активный участок не выбран, то в начало списка участков.

- *Номер начала участка* – целое число большее или равное 1 и меньшее или равное номеру последнего внутреннего узла. Если внутренние узлы отсутствуют, то номер начала участка больше или равен 1.
- *Номер конца участка* – целое число больше или равное 1, но меньше номера начала участка.
- *Вставить с разрывом* – опция для вставки участка с заданным *приращением* от отмеченного указателем узла. Опция доступна в случае, если есть узел, отмеченный указателем.
- *Приращения узла вставки* – расстояние от узла вставки. Поля активны в случае выбора опции *Вставить с разрывом*.

## Удалить участок

При выборе пункта [Удалить участок](#) в меню *Редактор* удаляются выделенные участки.

Перед удалением выдается предупреждение:

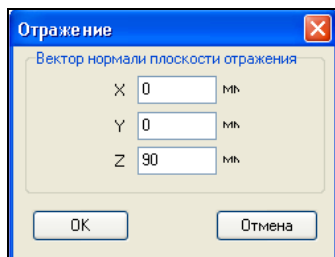


Удаление участка также возможно с помощью клавиши **Del**.

## Изменить направление участка

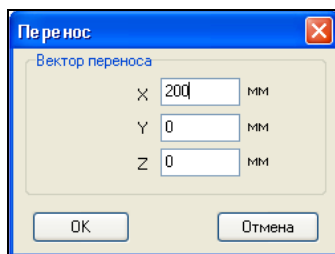
Данная функция предназначена для изменения направления нумерации участка (например, участок 1–2 после применения этой функции будет иметь номер 2–1, также изменится нумерация сечений, т.е. последнее сечение станет нулевым). Для вызова этой функции необходимо выделить участок и выбрать пункт [Изменить направление участка](#) в меню *Редактор*.

## Отразить выделенные участки



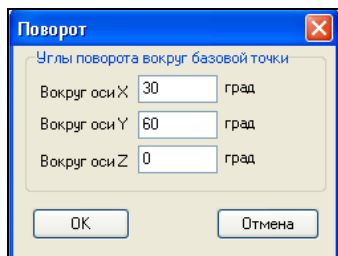
Данная функция предназначена для отражения выделенных участков относительно плоскости с заданными компонентами нормали. Для вызова этой функции необходимо выделить нужные участки, отметить точку, принадлежащую плоскости отражения (см. [Выбор участков](#)), и выбрать пункт [Отразить выделенные участки в меню Редактор](#). Затем в появившемся диалоге следует задать компоненты нормали и нажать *ОК*.

## Переместить выделенные участки



Данная функция предназначена для переноса на заданный вектор выделенных участков. Для вызова этой функции необходимо выделить нужные участки и выбрать пункт [Переместить выделенные участки в меню Редактор](#). Затем в появившемся диалоге следует задать нужные компоненты вектора переноса и нажать *ОК*.

## Повернуть выделенные участки



Данная функция предназначена для поворота на заданные углы вокруг координатных осей выделенных участков. Для вызова этой функции необходимо выделить нужные участки, отметить точку, вокруг которой будет осуществляться поворот (см. Выбор участков), и выбрать пункт [Повернуть выделенные участки в меню Редактор](#). Затем в появившемся диалоге следует задать нужные углы и нажать *ОК*.

## Вставить узел

Вставка узла в выделенное сечение (т.е. разбиение выделенного участка на два маркированным сечением).

## Удалить узел

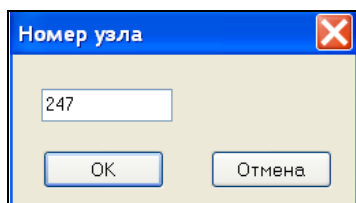
Удаление выделенного узла соединения *двух* участков (т.е. вместо двух участков образуется один).

## Изменить номер узла

Изменение номера узла, помеченного указателем сечения. Изменение нумерации узлов схемы может понадобиться при добавлении в заданную схему дополнительных участков, слиянии нескольких схем в одну и т. п.

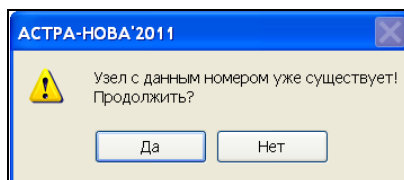
## Сделать узел внутренним

Делает маркированный узел внутренним, т.е. его номер будет меньше или равен *номеру последнего внутреннего узла* (см. диалог [Общие данные](#)).



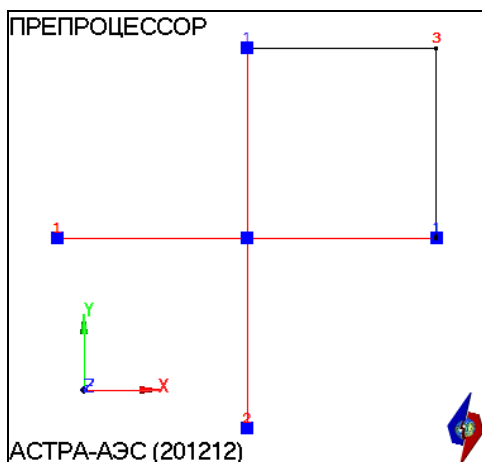


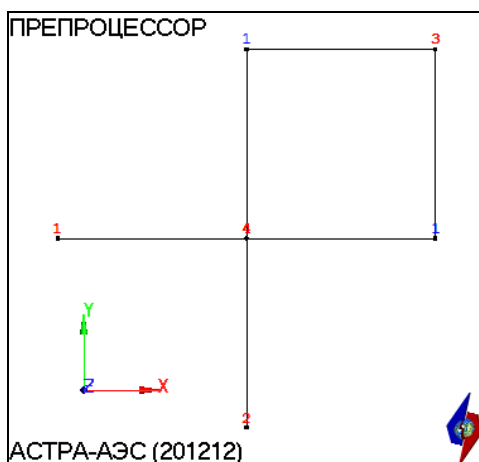
Если в схеме узел с заданным номером уже существует, будет выдано предупреждение:



## Вставить узел в пересечение

Данная функция предназначена для вставки узла в пересечение двух элементов. Для вставки узла в пересечение надо перейти в режим *Редактирование элементов*, выбрать при помощи мыши нужные элементы. В случае, если, выбранные элементы пересекаются *пункт Вставить узел в пересечение* становится активным.

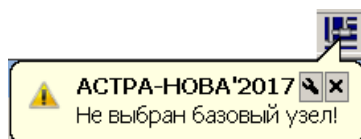




### Копировать фрагмент (экспорт проектов)

Этот пункт предназначен для копирования фрагментов (выбранного набора участков) расчётной модели в буфер обмена для дальнейшей вставки в текущий или другой проект. Таким образом, можно создавать проект из фрагментов ранее уже созданных расчетных схем.

Перед копированием необходимо выделить нужные участки в режиме *Выбор деталей* или *Выбор участков* и назначить базовый узел (поставить указатель сечения в узел). В случае отсутствия выделенных участков указанный пункт не активен. Если не выбран базовый узел, то выдается соответствующее предупреждение.



## Вставить фрагмент (импорт проектов)

**Вставка**

☒ Объединять узлы в случае совпадения

☒ Вставить с разрывом

Приращения узла вставки

По оси X  мм

По оси Y  мм

По оси Z  мм

Трансформация

☒ Нет

☐ Повернуть

☐ Отразить

ОК Отмена

Этот пункт предназначен для вставки фрагментов расчетной модели из буфера. В случае добавления фрагмента к уже существующей модели перед вставкой из буфера необходимо выбрать узел вставки.

После операции вставки, базовый узел, назначенный перед копированием, будет иметь тот же номер, что и выбранный узел вставки (если осуществляется вставка без разрыва).

В случае совпадения координат существующих узлов с вставляемыми будет выдан запрос об объединении данных узлов в один.

Существуют возможности вставки с разрывом и трансформацией (поворотом или отражением).

Если поставить флажок напротив пункта *Объединять узлы в случае совпадения*, то все узлы с одинаковыми координатами после вставки будут иметь один номер, иначе один номер будет иметь только узел вставки (в случае вставки без разрыва).

Для того чтобы вставить с разрывом, надо поставить флажок напротив соответствующего пункта. Затем следует ввести приращение узла вставки относительно базового узла.

**Вставка**

☒ Объединять узлы в случае совпадения  
☐ Вставить с разрывом

**Приращения узла вставки**

По оси X: 0 мм  
 По оси Y: 0 мм  
 По оси Z: 0 мм

**Трансформация**

☐ Нет  
☒ Повернуть  
☐ Отразить

**Углы поворота вокруг базового узла**

Вокруг оси X: 0 град  
 Вокруг оси Y: 0 град  
 Вокруг оси Z: 90 град

OK Отмена

Для осуществления поворота при вставке в списке *Трансформация* необходимо выбрать пункт *Повернуть*, затем следует задать углы поворота вокруг осей.

**Вставка**

☒ Объединять узлы в случае совпадения  
☐ Вставить с разрывом

**Приращения узла вставки**

По оси X: 0 мм  
 По оси Y: 0 мм  
 По оси Z: 0 мм

**Трансформация**

☐ Нет  
☐ Повернуть  
☒ Отразить

**Вектор нормали плоскости отражения**

X: 0  
 Y: 1  
 Z: 0

OK Отмена

Для осуществления отражения при вставке в списке *Трансформация* необходимо выбрать пункт *Отразить* и задать компоненты нормали плоскости отражения.

### Отметить идентичные элементы

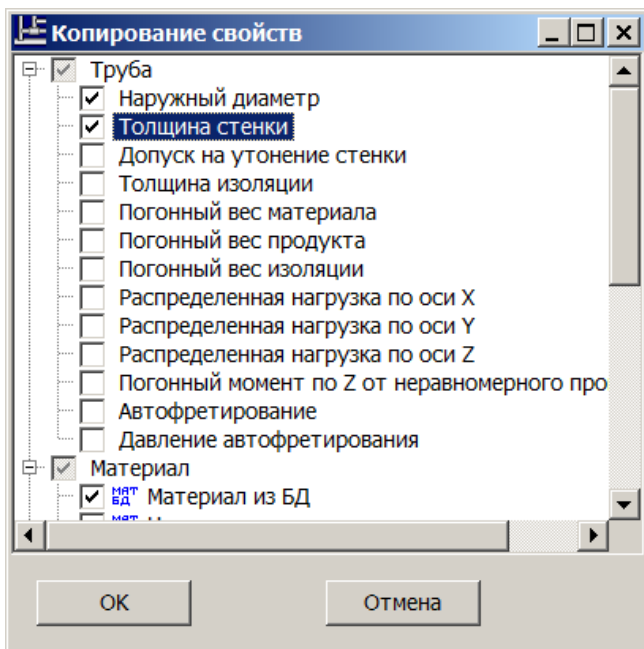
*Отметить идентичные элементы* – выделить элементы, данные которых полностью совпадают с данными выбранного элемента. Данный пункт активен в режиме редактирования элементов и только в том случае, когда выбран единственный элемент.


### Отметить все элементы того же типа

*Отметить все элементы того же типа* – выделить элементы, тип которых совпадает с типом выбранного элемента.

Данный пункт активен в режиме редактирования элементов и только в том случае, когда выбран единственный элемент.

### Копировать свойства

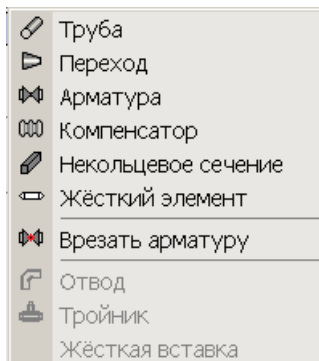


Копирование свойств – перенос свойств с выделенного элемента на другие элементы. Для этого необходимо в режиме *Редактирования элементов* отметить на модели элемент-источник, затем выбрать пункт [Копировать свойства](#) в меню *Редактор* или нажать соответствующую пиктограмму  на панели инструментов

Редактор. Курсор мыши при этом примет вид метёлочки. Затем нажатием левой клавиши мыши или рамкой выбрать те элементы, на которые следует перенести свойства с ранее выбранного элемента.

В случае, если элемент-источник представляет собой деталь (труба, отвод, арматура, переход, компенсатор, некольцевое сечение) дополнительно появится диалог Копирование свойств, в котором нужно отметить флажком необходимые пункты. Выбор нужных пунктов позволяет скопировать свойства элемента.

### Вставить деталь



Пункт предназначен для вставки таких деталей, как: труба, переход, арматура, компенсатор, некольцевое сечение, жесткий элемент, отвод и тройник и доступен в режиме Выбор деталей. Для вставки детали необходимо указать сечение/узел, в которое она будет вставлена.

При вставке трубы, перехода, арматуры, компенсатора, некольцевого сечения, жёсткого элемента длина вставляемой детали определяется по детали, приходящей в сечение, и указанной перед вставкой. Кроме того, при вставке детали вышеперечисленных типов в узел, она будет вставлена со стороны той детали, приходящей в узел, которая выбрана перед вставкой.

При вставке трубы между элементами, разделенными отмеченным сечением, по умолчанию, вставляется труба такого же сортамента, что и соседние трубы, а длина вставляемого элемента равна длине детали, выбранной перед вставкой. В случае если на участке отсутствуют трубы и отводы, предлагается выбрать сортмент трубы из базы данных (см. также Базы данных по трубам).

## Отвод

Данный пункт предназначен для вставки отвода (гиба, колена) заданного радиуса в сечение/узел, в котором сходятся две трубы, не лежащие на одной прямой (точка излома). Место вставки отвода выбирается при помощи указателя сечения.

**Отвод**

Радиус отвода  мм

☐ Доли диаметра

Наружный диаметр

Толщина стенки

Начальная эллиптичность  %

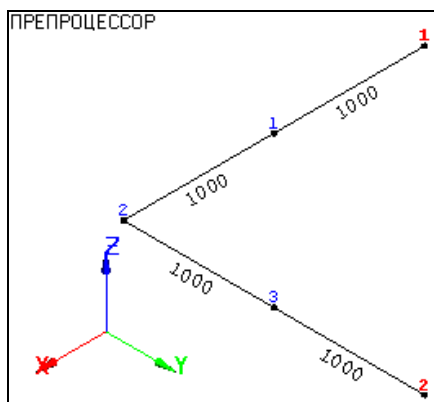
Отвод с указанным пользователем радиусом вписывается в угол, образованный деталями от точки излома до ближайших заданных пользователем сечений. Пользователь при этом **не задает сечения концов отвода** – они вычисляются программно.

Примечание: для вставки отвода необходимо, чтобы он “вписывался” в угол, и сечения концов вставляемого отвода не выходили за границы деталей сходящихся в сечении/узле. При этом допускается, что при вставке отвода им будут поглощены детали, сходящиеся в сечении, в которое вставляется отвод.

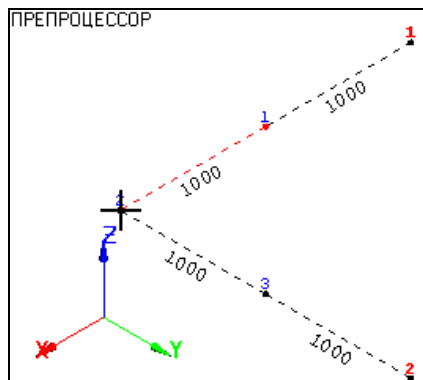
См. также *Панель ввода*, закладка *Детали*, [Отвод](#), [База данных по отводам](#)

Пример задания отвода:

1. Требуется вставить отвод радиусом 350 мм на участке 1–2 в “угол”, обозначенный сечением 2, и образованный деталями 1–2 и 2–3 с длинами по 1000 мм. Сечение 2 является точкой излома.



2. Выбираем точку излома (сечение 2) с помощью кнопки *Выбор деталей* или *Выбор сечений* (“прицел”) на панели инструментов *Навигация*.



3. Задаем радиус отвода с помощью кнопки *Вставить отвод* на панели *Редактор* или, используя пункт [Вставить отвод](#) в меню Редактор.



**Отвод**

Радиус отвода:  мм

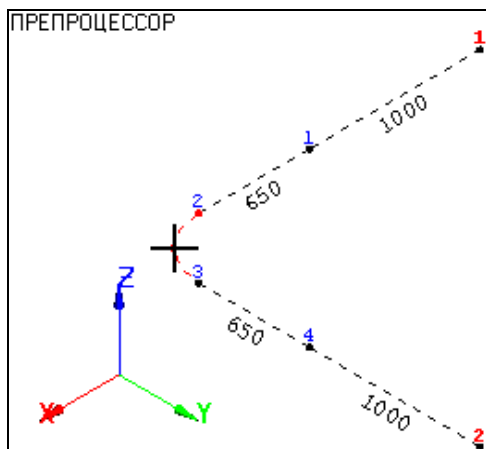
☐ Доли диаметра

Наружный диаметр:

Толщина стенки:

Начальная эллиптичность:  %

4. При вписывании отвода в “угол” образуется новая криволинейная деталь – отвод 2–3.



Также возможно вставлять отвод одного сортамента (диаметр, толщина стенки, радиус, эллиптичность) в группу сечений в режиме *Выбор сечений*.

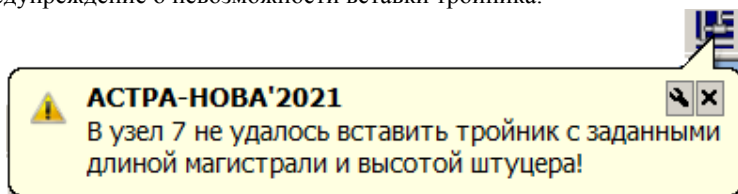
## Тройник

Тройник	
Тип тройника	Сварной
Учёт повыш. оболочечной податливости	Да
<input type="checkbox"/> Магистраль	
Наружный диаметр	108 мм
Толщина стенки	7 мм
Длина	0 мм
<input type="checkbox"/> Штуцер	
Наружный диаметр	80 мм
Толщина стенки	6 мм
Высота (от корпуса)	11 мм
<input type="checkbox"/> Толщина "прилива"	
На магистрали	0 мм
На штуцере	0 мм
<input type="checkbox"/> Способ задания веса	Плотность
Плотность	7.85 т/м <sup>3</sup>
Выбор из БД	>>

OK Отмена

Данный пункт предназначен для вставки тройника в узел, отмеченный указателем сечения. Тройник вставляется в соответствии с указанным типом как технологическое изделие, имеющее свои размеры и вес. Задаваемые параметры тройника зависят от отраслевой ветви и выбранного нормативного документа.

Если длины деталей, примыкающих к тройниковому узлу, недостаточны, то выдаётся предупреждение о невозможности вставки тройника.



- *Тип тройника* – отражает реальный тип (сварной, штампованный и пр.) и зависит от выбранной отраслевой ветви и нормативного документа.
- *Учет повышенной оболочечной податливости* – выберете *Да*, если такой учет нужен;

При этом также автоматически (программно) реализуется вставка в начало (конец) участка ответвления жесткого элемента, равного радиусу магистрали (сосуда), позволяющая реалистично описать сечение сопряжения штуцера и магистрали (сосуда), см. также *Общее описание* [76 п. 3.4];

- **Магистраль:**

- *Наружный диаметр* – действительное положительное число, мм. В случае проведения расчёта по **АСТРА-ДЕТАЛЬ** с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру ( $D_y$ )*, вводится условный диаметр.

- *Толщина стенки* – действительное положительное число, мм.

- *Длина* – длина магистрали тройника, действительное положительное число, мм. Сечения на магистрали, ограничивающие тройник, вставляются на расстоянии, равном её половине.

- **Штуцер:**

- *Наружный диаметр* – действительное положительное число, мм. В случае проведения расчёта по **АСТРА-ДЕТАЛЬ** с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру ( $D_y$ )*, вводится условный диаметр.

- *Толщина стенки* – действительное положительное число, мм.

- *Высота* – высота штуцера, отсчитываемая от наружной поверхности магистрали, действительное положительное число, мм. Сечение на штуцере, ограничивающее тройник, вставляются на расстоянии, равном сумме высоты и половины наружного диаметра магистрали тройника.

- **Способ задания веса:**

- *Плотность* – вычисление веса по заданной плотности материала тройника;

- *Масса* – вычисление веса по явное заданной массе тройника.

Вес изоляции и продукта принимается по примыкающим к тройнику деталям.

- *Выбор из БД* – При нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по тройникам (см. [Базы данных по тройникам](#)).

### **АСТРА-АЭС (ПНАЭ Г-7-002-86), АСТРА-СУДПРОМ (РД5Р 4322-86)**

- *Тип тройника*

- *Сварной;*

- *Штампованный.*

Дополнительно, для расчёта напряжений по уточнённой методике [1, 28], указываются толщины “прилива”

<input type="checkbox"/> <b>Толщина "прилива"</b>		
На магистрали	0	мм
На штуцере	0	мм

- *Толщина “прилива”:*

- *На магистрали* – действительное неотрицательное число, мм;

- *На штуцере* – действительное неотрицательное число, мм.

Значение толщины “прилива” может быть отлично от нуля, если необходимо, например, учесть горловину сложной формы у штампованного (кованого или сверлёного) тройника или сварной шов.

Для задания тройников с накладками толщину накладки следует учесть так: в данных для корпуса (штуцера) тройника задать толщину стенки, равную суммарной толщине стенки корпуса (штуцера) и накладки тройника, а толщину “прилива”, равную нулю.

При задании равнопроходных сварных тройников без накладок нет необходимости учитывать утолщение стенки штуцера в “приливе”, поскольку величина “прилива” очень незначительно влияет на величину максимального расчетного напряжения.

**АСТРА-ТЭС (РД 10-249-98),  
АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94)**

- *Тип тройника:*
  - *Сварной;*
  - *Штампованный.*

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013),  
АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**

- *Тип тройника:*
  - *Сварной без укрепляющих накладок;*
  - *Сварной с укрепляющими накладками;*
  - *Штамповсварной;*
  - *Штампованный с вытянутой горловиной.*

Дополнительно, для штуцера задаётся высота (от корпуса):

☐ Штуцер		
Наружный диаметр	138	мм
Толщина стенки	10	мм
Высота (от корпуса)	100	мм

- *Высота (от корпуса)* – действительное положительное число, мм

Для сварного тройника с укрепляющими накладками указываются параметры накладки

☐ Накладка		
Ширина	100	мм
Толщина	5	мм

- **Накладка:**
  - *Ширина* – ширина накладки, действительное положительное число, мм;
  - *Толщина* – толщина накладки, действительное положительное число, мм.

Для штамповсварных и штампованных с вытянутой горловиной тройников дополнительно указываются параметры горловины

<input type="checkbox"/> <b>Горловина</b>		
Радиус	50	мм
Высота	100	мм
Толщина	10	мм

- **Горловина:**

- *Радиус* – действительное положительное число, мм;
- *Высота* – действительное положительное число, мм;
- *Толщина* – действительное положительное число, мм.

**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01)**  
**АСТРА-МАГИСТР (СНП 2.05.06-85)**  
**АСТРА-МАГИСТР (СП 36.13330.2012)**

- *Тип тройника:*
  - *Сварной без укрепляющих накладок;*
  - *Сварной с укрепляющими накладками;*
  - *Штампованный и штамповсварной.*

Для сварного тройника с укрепляющими накладками указываются параметры накладки

<input type="checkbox"/> <b>Накладка</b>		
Ширина	100	мм
Толщина	5	мм

- **Накладка:**
  - *Ширина* – ширина накладки, действительное положительное число, мм;
  - *Толщина* – толщина накладки, действительное положительное число, мм.

Для *штамповсварных* и *штампованных* тройников дополнительно указываются радиус горловины:

<input type="checkbox"/> <b>Горловина</b>		
Радиус	50	мм

- **Горловина:**
  - *Радиус* – действительное положительное число, мм

**АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ Р 55989-2014)**

- *Тип тройника:*
  - *Сварной;*
  - *Штампованный.*

Для *штампованных* тройников дополнительно указываются радиус горловины

<input type="checkbox"/> <b>Горловина</b>		
Радиус	50	мм

- **Горловина:**
  - *Радиус* – действительное положительное число, мм.
- **Выбор основных размеров** – дополнительные данные для проведения расчёта по **АСТРА-ДЕТАЛЬ** штампованных (штамповсварных) тройников

<input type="checkbox"/> Выбор основных размеров	
Конструкция	a
Полудлина расчётной зоны	0 мм
Высота расчётной зоны y	0 мм
Коэффициент гамма	1

- *Конструкция* – выбирается тип штампованного (штампосварного) тройника: *a* или *b*;
- *Полудлина расчётной зоны усиления* – отсчитывается от оси штуцера, по оси магистрали, мм, действительное положительное число;
- *Высота расчётной зоны усиления* – отсчитывается от наружной поверхности магистрали, по оси штуцера, мм, действительное положительное число;
- *Коэффициент гамма (для конструкции a)* – коэффициент  $\gamma$ , принимается в зависимости от конкретной технологии изготовления тройников, действительное число, большее или равное 1.

### ***АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ Р 55990-2014)***

- *Тип тройника:*
  - *Сварной;*
  - *Штампованный.*

Для штампованных тройников дополнительно указываются радиус горловины

<input type="checkbox"/> Горловина	
Радиус	50 мм

- **Горловина:**
  - *Радиус* – действительное положительное число, мм.
- **Выбор основных размеров** – дополнительные данные для проведения расчёта по ***АСТРА-ДЕТАЛЬ*** штампованных (штампосварных) тройников

<input type="checkbox"/> Выбор основных размеров	
Конструкция	a
Полудлина расчётной зоны	0 мм
Высота расчётной зоны y	0 мм
Коэффициент ksi	0.7
Коэффициент k	0.8

- *Конструкция* – выбирается тип штампованного (штампосварного) тройника: *a* или *b*;
- *Полудлина расчётной зоны усиления* – отсчитывается от оси штуцера, по оси магистрали, мм, действительное положительное число;

- *Высота расчётной зоны усиления* – отсчитывается от наружной поверхности магистрали, по оси штуцера, мм, действительное положительное число;
- *Коэффициент  $k_{\xi}$*  – коэффициент  $\xi$ , принимается в зависимости от конкретной технологии изготовления тройников, действительное положительное число;
- *Коэффициент  $k$  (для конструкции а)* – коэффициент  $k$ , принимается в зависимости от конкретной технологии изготовления тройников, действительное положительное число.

### АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)

- *Тип тройника:*
  - Тип 1;
  - Тип 2;
  - Приварной патрубков.
- **Выбор основных размеров** – дополнительные результаты расчёта/подбора тройников *Тип 1* и *Тип 2* по **АСТРА-ДЕТАЛЬ**

<input type="checkbox"/> Выбор основных размеров		
Диаметр DT1	0	мм
Диаметр DT2	0	мм
Полудлина расчётной зоны	0	мм
Высота расчётной зоны $y$	0	мм
Высота B1	0	мм
Ширина B2	0	мм

- *Диаметр DT1* – диаметр укрепленного участка основной трубы (магистральной),  $D_{T1}$ , мм, действительное положительное число.
- *Диаметр DT2* – диаметр укрепленного участка отвода (штуцера)  $D_{T2}$ , мм, действительное положительное число.
- *Длина основной трубы L1* – расчётная длина основной трубы (магистральной),  $L_1$ , мм, действительное положительное число.
- *Длина отвода L2* – расчётная длина отвода (штуцера)  $L_2$ , мм, действительное положительное число.
- *Размер B1* – дополнительный размер тройника типа 1,  $B_1$ , мм, действительное положительное число.
- *Размер B2* – дополнительный размер тройника типа 1,  $B_2$ , мм, действительное положительное число.

См. также *Панель ввода*, закладка *Узел*, пункт [Тройник](#), [База данных по тройникам](#).

### Врезать арматуру

Арматура врезается в отмеченное указателем сечение на прямом участке трубопровода (стык деталей *Труба*). Для врезки арматуры дополнительно необходимо задать её длину. После врезки арматуры в сечение меняются длины



труб, сходящихся в нём, при этом, координаты остальных сечений не меняются. Сечение, отмеченное указателем, сохраняется для возможной вставки опорной конструкции в него.

Арматура		
Длина	300	мм
[-] Вес		
Материала	0	кН
Продукта	0	кН
Изоляции	0	кН
[-] Учет штока		
Вес	0	кН
Координата X цент	0	мм
Координата Y цент	0	мм
Координата Z цент	0	мм
[-] Допускаемые нагруз		
Сила	0	кН
Момент	0	кН*м
Диаметр кожуха из	0	мм
Выбор из БД	>>	
Материал	09Г2С	
Циклика		
Нагрузка		
Кэффициенты		
Бесканальная прок	Нет	

ОК Отмена

Описание параметров данного диалогового окна см. диалог [Арматура](#) закладки *Детали на Панели ввода*.

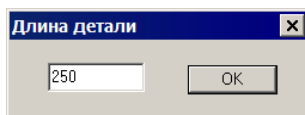
## Удалить деталь

Удаление выделенной детали. В случае удаления детали, к которой примыкают отводы, данные отводы также удаляются. Данную функцию необходимо использовать очень аккуратно, так как может появиться нестыковка в узлах (о чём будет выдано предупреждения в окне *Сообщения*). При удалении детали также удаляются все данные, заданные в примыкающих к удаляемой детали сечениям (опоры, сосредоточенные усилия и моменты, сосредоточенные массы и пр.). Если необходимо удалить деталь с сохранением геометрии примыкающих деталей, необходимо вставить узлы, по концам удаляемой детали и удалить получившийся участок из одной детали. Оставшиеся после удаления узлы можно будет удалить в дальнейшем, по мере построения модели, если в них будут сходиться не более двух участков и, также, если они не будут консольными. При удалении деталей [Отвод](#) и [Тройник](#) геометрия расчётной модели не меняется.

## Разделить деталь

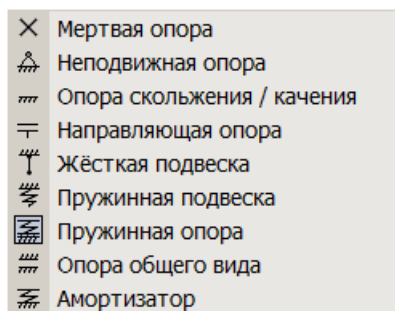
Делит деталь на две маркированным смещением. Данная функция может быть использована, например, для врезки арматуры.

## Изменение длины детали



Изменение длины выбранной детали от середины детали за счёт изменения длин примыкающих прямолинейных деталей на участке. Данная функция может быть использована, например, для изменения длины арматуры. Если к детали, длину которой требуется изменить, примыкает отвод или тройник, то длина такой детали не может быть изменена.

## Вставить опору

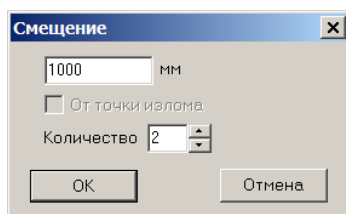


Пункт предназначен для вставки мертвой, неподвижной, направляющей, пружинной опор, опоры скольжения/ качения, жесткой или пружинной подвесок, опоры общего вида, амортизатора.

## Удалить опору

Пункт предназначен для удаления выделенной опорной конструкции, пружины или амортизатора.

## Добавить смещение

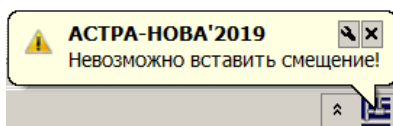


Добавление нового смещения. Новое смещение задается на выделенной детали от сечения, отмеченного указателем. Значение смещения может быть и положительным, и отрицательным. Отрицательное значение *смещения* используется, если необходимо вставить смещение от маркированного сечения по направлению к началу выделенного участка, положительное – к концу. Если необходимо ввести несколько смещений на одинаковом расстоянии друг от друга, то следует задать их количество в соответствующем поле ввода.

В поле смещение также можно ввести арифметические выражения, содержащие операции сложения (+), вычитания (-), умножения (\*) и деления (/) над целыми вещественными числами.

В случае, если сечение отмеченное указателем, является началом или концом отвода, смещение можно задать от точки излома, поставив флажок в поле *От точки излома*.

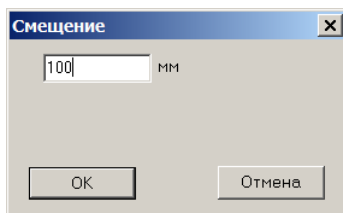
Если значение смещения превышает возможную длину детали, выводится предупреждение.



## Удалить сечение

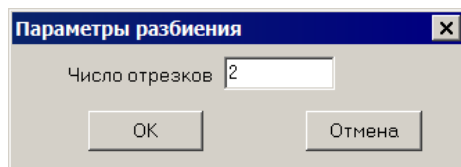
Удаление выделенного смещения или сечения на границе двух соосных труб. Все опорные конструкции и другие элементы расчетной модели, присутствующие в удаляемом сечении, также удаляются.

## Переместить сечение



Перемещение сечения, помеченного указателем, на расстояние, заданное в диалоге. Все опорные конструкции и другие элементы расчетной модели, присутствующие в перемещаемом сечении, также переносятся. Перемещение происходит в направлении, задаваемом той деталью, которая в данный момент выделена. Значение *смещения* может быть и положительным, и отрицательным. Отрицательное значение *смещения* говорит о том, что сечение перемещается по направлению к началу выделенного участка, положительное – к концу.

## Добавить дополнительные смещения



Разбиение выделенных деталей смещениями на заданное количество частей. На указанное пользователем количество частей в поле *Число отрезков* разбивается каждая выделенная деталь. Деталь, моделирующую отвод, переход, компенсатор, разбить нельзя (функция не активна).

## Удалить незадействованные смещения

Удаление смещений на выделенных деталях, в которых отсутствуют элементы расчетной модели (опорные конструкции, фланцы и т.д.).

## Фрагментация / Выбор

Для удобства работы с расчётной моделью можно выбрать часть (фрагмент) деталей-отрезков. Те детали, которые не входят в фрагмент будут невидимыми (изображаются осевой линией) и, соответственно, недоступными для редактирования. Для выбора деталей предназначен пункт *Фрагментация* в меню *Редактор*. Окно для фрагментации модели имеет следующий вид:

**Фрагментация / Выбор...**

Операции

☒ Новый фрагмент
 ☐ Пустой фрагмент

☐ Выбрать из фрагмента
 ☐ Инvertировать

☐ Добавить к фрагменту
 ☐ Скрыть выделенное

☐ Удалить из фрагмента
 ☐ Показать только выделенное

☐ Показать все элементы

Параметр	Значение	
[-] Материал		17Г1СУ (28)
<input checked="" type="checkbox"/> Материал из БД	17Г1СУ (28)	20 (20)
<input type="checkbox"/> Название матери...		17ГС (26)
<input type="checkbox"/> Тип материала		вст3гпс (50)
<input type="checkbox"/> Ресурс (ч)		Ст2кп (1)
<input type="checkbox"/> $\beta$ Коэффициент лин...		
<input type="checkbox"/> Коэффициент Пуасс...		
<input type="checkbox"/> $E_x$ Модуль упругости...		
<input type="checkbox"/> $E_p$ Модуль упругости...		
<input type="checkbox"/> $\chi$ Коэффициент устр...		
<input type="checkbox"/> $\delta$ Коэффициент рел...		
<input type="checkbox"/> $R_m^T$ Минимальное зна...		
<input type="checkbox"/> Допускаемое напряж...		
<input type="checkbox"/> Допускаемое напряж...		
<input type="checkbox"/> Допускаемое напряж...		
<input type="checkbox"/> Предел усталости пр...		
[+] Нагрузка		
[+] Циклика		
[+] Коэффициенты		
[+] <input type="radio"/> Труба		
[+] <input type="radio"/> Отвод		
[+] <input type="radio"/> Переход		
[+] <input type="radio"/> Арматура		
[+] <input type="radio"/> Компенсатор		
[+] <input type="radio"/> Жёсткий элемент		
[+] <input type="radio"/> Тройник		
[+] <input type="radio"/> Участки		
[+] <input type="radio"/> Мёртвая опора		
[+] <input type="radio"/> Неподвижная опора		
[+] <input type="radio"/> Скользящая опора		
[+] <input type="radio"/> Направляющая опора		
[+] <input type="radio"/> Пружинная подвеска		
[+] <input type="radio"/> Опора общего вида		

Для выбора режима необходимо выбрать режим *Фрагментация* или *Выбор* в списке справа от кнопки *Применить*.

Операции

☒ Новый фрагмент
 ☐ Пустой фрагмент

☐ Выбрать из фрагмента
 ☐ Инvertировать

☐ Добавить к фрагменту
 ☐ Скрыть выделенное

☐ Удалить из фрагмента
 ☐ Показать только выделенное

☐ Показать все элементы

В режиме фрагментации Вы можете проводить фрагментацию деталей-отрезков по тем параметрам, которые приведены в списке слева. Для этого напротив нужного параметра необходимо поставить флажок. Затем в списке справа указать те значения параметра, по которым необходимо осуществить фрагментацию. При фрагментировании по опорным конструкциям деталь-отрезок визуализируется в случае, если опорная конструкция расположена на детали.

Вы можете фрагментировать отдельные подмножества деталей-отрезков, используя комбинации семи основных функций:

- *Новый фрагмент* – фрагментация деталей из полного набора;
- *Выбрать из фрагмента* – повторная фрагментация деталей из ранее выбранного фрагмента;
- *Добавить к фрагменту* – добавление нового фрагмента к текущему фрагменту;
- *Удалить из фрагмента* – скрытие части деталей из текущего фрагмента;
- *Показать все элементы* – показ полного набора деталей, сброс фрагментации;
- *Пустой фрагмент* – скрытие всех деталей (команда, противоположная *Показать все элементы*);
- *Инвертировать* – инверсия фрагмента; показ скрытых деталей, скрытие показанных.

Дополнительно к основным функциям:

- *Скрыть выбранное* – скрытие всех выбранных деталей;
- *Показать только выбранное* – фрагментация только выбранных деталей-отрезков;
- *Применить* – подтверждение фрагментации

В режиме выбора Вы можете проводить выбор деталей по тем параметрам, которые приведены в списке слева. Для этого напротив нужного параметра необходимо поставить флажок. Затем в списке справа указать те значения параметра, по которым необходимо осуществить выбор.

Операции	
<input checked="" type="radio"/> Новый выбор	<input type="radio"/> Сбросить выбранное
<input type="radio"/> Выбрать из выбранного	<input type="radio"/> Инвертировать выбранное
<input type="radio"/> Добавить к выбранному	
<input type="radio"/> Удалить из выбранного	
<input type="radio"/> Выбрать все	

Вы можете выбирать отдельные подмножества деталей, используя комбинации семи основных функций:

- *Новый выбор* – выбор деталей из полного набора видимых деталей;
- *Выбрать из выбранного* – повторный выбор деталей из ранее выбранного;
- *Добавить к выбранному* – добавление нового выбора к ранее выбранному;
- *Удалить из выбранного* – удаление выбранного из ранее выбранного;
- *Выбрать все* – выбор всех деталей из полного набора видимых деталей;
- *Сбросить выбранное* – сброс выбора всех деталей (команда, противоположная *Выбрать все*);
- *Инвертировать* выбранного – инверсия выбора; выбор не выбранных деталей, сброс выбора с выбранных.
- *Применить* – подтверждение выбора

## Показать все элементы

Данная возможность позволяет увидеть все элементы расчетной модели. Дублирует команду *Выбрать всё* в пункте *Фрагментация*.

## Инвертировать фрагментацию

Данная возможность позволяет инвертировать фрагментацию (видимые элементы становятся невидимыми и, наоборот, невидимые элементы становятся видимыми). Дублирует команду *Инвертировать* в пункте *Фрагментация*.

## Скрыть выделенные элементы

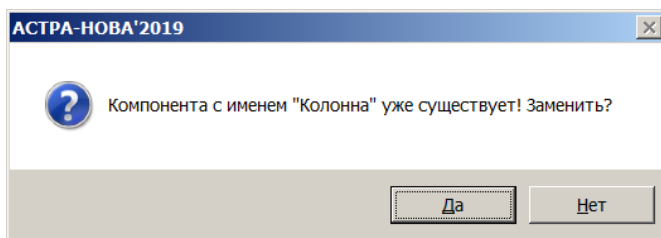
Данная возможность позволяет сделать невидимыми выделенные элементы. Дублирует команду *Удалить из выбранного выделенные* в пункте *Фрагментация*.

## Показать только выделенные элементы

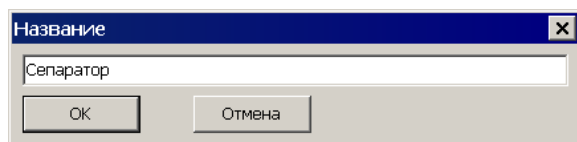
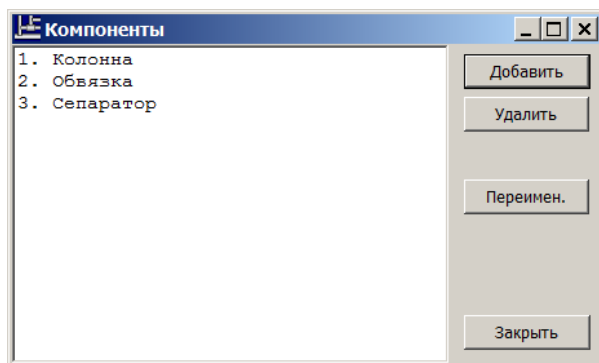
Данная возможность позволяет увидеть только выделенные элементы. Дублирует команду *Показать только выделенное* в пункте *Фрагментация*.

## Компоненты

Иногда бывает удобно сгруппировать отдельные части модели и присвоить им распознаваемые имена, такие как *Колонна*, *Обвязка*, *Сепаратор* и т.д. Далее вы можете наиболее подходящим для себя способом выбрать детали-отрезки, относящиеся, например, к группе *Обвязка*, и работать с ней. Такой набор называется компонентом. Для создания компонента нужно фрагментировать расчётную модель, оставив видимыми только те детали, которые необходимо включить в компонент (см. пункт [Фрагментация / Выбор](#)). Затем в диалоге *Компоненты* нажать кнопку *Добавить* и ввести название вновь создаваемого компонента. Если компонента с таким именем уже существует, будет выдано соответствующее предложение.



Для удаления компонента надо выбрать его в списке и нажать кнопку *Удалить*.





## Панель ввода

### Панель ввода. Закладка Геометрия

The screenshot shows a software window titled 'Панель ввода' with a tabbed interface. The 'Геом.' (Geometry) tab is selected. The window is divided into three main sections:

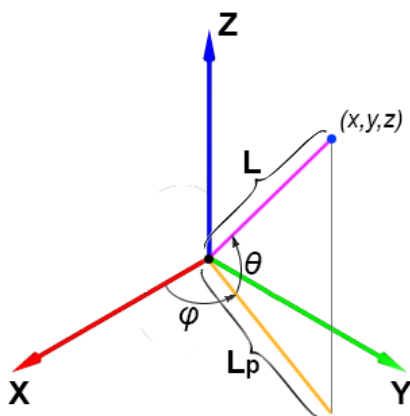
- Проекции на оси** (Projections on axes): Contains three input fields for X, Y, and Z coordinates, each followed by 'мм' (mm). The values are -1130, 0, and 0 respectively.
- Длина** (Length): Contains two input fields: 'В плане' (In plan) with value 1130 mm, and 'Общая' (Total) with value 1130 mm.
- Угол, град** (Angle, degrees): Contains a sub-section 'В плане (полярный)' (In plan (polar)) with three input fields: 'Абсолютн.' (Absolute) with value 180, 'Относит.' (Relative) with value 90, and 'Дополн.' (Supplement) with value 90. Below this are two more input fields: 'В профиле (азимутальный)' (In profile (azimuthal)) with value 0, and 'Уклон' (Slope) with value 0. Each of these last two fields has '+' and '-' buttons next to it.

Данная закладка предназначена для задания геометрии осевой линии трубопровода.

Задаются координаты конца текущей детали (выделено цветом) относительно координат начала детали. При этом указатель сечения должен находиться в конце выделенной детали. Могут задаваться ее проекции на оси координат (приращения), длины, а также углы. Все данные параметры связаны друг с другом. При изменении проекций детали на оси координат автоматически пересчитываются ее длины (общая и в плане) и углы. При изменении длины или углов автоматически пересчитываются проекции на оси координат. Поэтому можно использовать наиболее удобные в каждом конкретном случае варианты задания координат осевой линии.

Проекции и длины задаются без учета длин гибов (отводов), т.е. задаются координаты точек изломов (или длины пролетов от точки излома до следующей точки излома).

- *Проекция на ось* – проекция отрезка на оси глобальной декартовой системы координат, мм, действительное число;
- *Длина*:
  - *В плане* – длина проекции отрезка на плоскость  $XY$ , мм, действительное число;
  - *Общая* – длина отрезка, мм, действительное число
- *Угол*
  - в плане:
    - *абсолютный* – угол между проекцией отрезка на плоскость  $XY$  и осью  $X$ ,  $\varphi$ , град;
    - *относительный* – угол между проекциями текущей и предыдущей деталей, град
    - *дополнительный* – угол, смежный с абсолютным, град
  - в профиле:
    - *азимутальный* – угол между отрезком и его проекцией на плоскость  $XY$ ,  $\theta$ , град;
    - *уклон* – тангенс азимутального угла, действительное число.



Следующие комбинации параметров аналогичны наиболее известным системам координат:

- *Проекция на ось* – локальная декартова система координат;
- *Длина и угол в плане (полярный угол) и проекция на ось Z* – локальная цилиндрическая система координат;
- *Общая длина, угол в плане (полярный угол) и угол в профиле (азимутальный угол)* – локальная сферическая система координат.

- Углы в плане отсчитываются в плоскости **ХОУ**. Азимутальный угол – это угол между осью детали трубопровода и плоскостью **ХОУ**. Положительным считается направление против часовой стрелки.

*Абсолютный* угол отсчитывается от глобальной оси **X**.

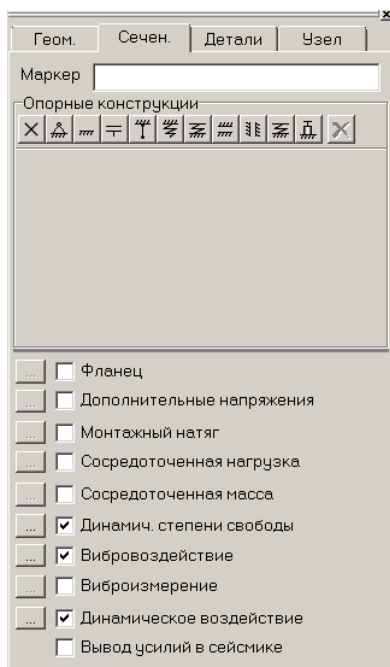
*Относительный* угол отсчитывается от направления предыдущей детали.

*Дополнительный* угол дополняет относительный до 180 градусов.

В поле данных также можно ввести арифметические выражения, содержащие операции сложения (+), вычитания (-), умножения (\*) и деления (/) над целыми вещественными числами. Выражения могут быть заключены в скобки. Вычисления производятся после нажатия клавиши *Enter* или выхода в другое поле. Результат вычислений заносится в поле ввода автоматически.

Проекция на ось	
X	-1130-4*3 мм
Y	0 мм
Z	0 мм

## Панель ввода. Закладка Сечение



Задаются признаки текущего сечения (точка, отмеченная указателем). В каждом сечении могут располагаться опорные конструкции произвольного вида, амортизаторы, фланцы, возможно приложение сосредоточенной нагрузки, вибрационного и (или) динамического воздействия.











В соответствующие поля можно внести следующие признаки:


- *Маркер* – вносится текстовая информация о сечении, которое выводится в сводных таблицах результатов, служит для справок. Заполняется пользователем по желанию, может содержать буквы и символы, как на русском, так и на английском языке. Текст, внесённый в это поле можно визуализировать, см. меню *Вид*, пункт *Нумерация*. При создании расчетной модели **АСТРА-НОВА** (файла проекта \*.anp) путем импорта данных из других программ (открытие файлов CAESAR II – \*.cii, СТАРТа – \*.ini, CADWorx Plant – \*.pmf и др.) в поле маркера изначально заносится информация из импортируемой схемы (модели), затем, при необходимости, маркировку сечения можно изменить. В практическом плане в данное поле удобно заносить сведения о номерах опор, привязках к местности (реперные точки, высотные отметки или пикетаж трассы магистрального трубопровода) и т.п. **ПК АСТРА-НОВА** автоматически маркируются сечения вставки матричных суперэлементов.

• *Опорные конструкции* – данная кнопочная панель предназначена для задания (удаления) опорных конструкций в текущем сечении. Содержит набор кнопок, позволяющих задать стандартные виды опор (мертвая, неподвижная, скольжения/качения, направляющая, жесткая подвеска, пружинная подвеска, пружинная опора), опору общего вида или амортизатор.

В зависимости от типа выбранной опорной конструкции изменяется вид окна.

Доступны следующие типы опорных конструкций:

- [Мёртвая опора](#) 
- [Неподвижная опора](#) 
- [Опора скольжения/качения](#) 
- [Направляющая опора](#) 
- [Жёсткая подвеска](#) 
- [Пружинная подвеска](#) 
- [Пружинная опора](#) 
- [Опора общего вида](#) 
- [Нестандартная опора](#) 
- [Амортизатор](#) 

Для удаления опорной конструкции в сечении необходимо нажать кнопку с крестом , находящуюся справа.

Для задания фланца, монтажного натяга, сосредоточенной нагрузки, сосредоточенной массы, динамических степеней свободы, вибровоздействий, динамических воздействий в выделенном сечении необходимо поставить флажок напротив соответствующего названия при помощи двойного щелчка мыши. Для удаления вышеперечисленного флажок необходимо снять также при помощи двойного щелчка мыши. Для просмотра и редактирования имеющихся данных необходимо нажать на кнопку, находящуюся левее флажка.

- [Фланец](#)
- [Дополнительные напряжения](#)
- [Монтажный натяг](#)
- [Сосредоточенные нагрузки](#)
- [Сосредоточенные массы](#)
- [Динамические степени свободы](#)
- [Вибровоздействие](#)
- [Динамическое воздействие](#)
- [Вывод усилий в сейсмике](#)

## Мёртвая опора

Геом. Сечен. Детали Узел

Маркер Опора 4

Опорные конструкции

**Мёртвая опора**

<input type="checkbox"/> Собственные линейные перемещения		
По оси X	0	мм
По оси Y	0	мм
По оси Z	3.4	мм
<input type="checkbox"/> Собственные угловые перемещения		
Вокруг оси X	0	рад
Вокруг оси Y	0	рад
Вокруг оси Z	0	рад
<input type="checkbox"/> Допускаемые силы (СТАЦ)		
По оси X	0	кН
По оси Y	0	кН
По оси Z	0	кН
<input type="checkbox"/> Допускаемые моменты (СТАЦ)		
Вокруг оси X	0	кН*м
Вокруг оси Y	0	кН*м
Вокруг оси Z	0	кН*м
<input type="checkbox"/> Допускаемые силы (СЕЙСМ)		
По оси X	0	кН
По оси Y	0	кН
По оси Z	0	кН
<input type="checkbox"/> Допускаемые моменты (СЕЙСМ)		
Вокруг оси X	0	кН*м
Вокруг оси Y	0	кН*м
Вокруг оси Z	0	кН*м

*Мертвая опора* (“заделка”, “зашемление”) – опора, ограничивающая перемещения трубопровода по всем 6 степеням свободы. Не допускает перемещений сечения, в котором она установлена, по 3-м линейным и 3-м угловым направлениям. В мертвой опоре возможно задание “вынужденных” поступательных и (или) угловых перемещений в рабочем состоянии, обусловленных смещением самого опорного устройства.

- *Собственные линейные перемещения* – заданные собственные статические линейные перемещения опоры по направлениям глобальных осей *X, Y, Z*, мм (см), действительные числа.

- *Собственные угловые перемещения* – заданные собственные статические угловые перемещения опоры вокруг осей *X, Y, Z*, радиан (град), действительные числа.

Для мертвой опоры возможно (но не обязательно) задание допускаемых нагрузок (статических и сейсмических сил и моментов), с которыми (в случае их задания) будут сравниваться расчетные нагрузки.

- *Допускаемые силы (СТАЦ, СЕЙСМ)* – допускаемые статические и сейсмические силы для данной мертвой опоры по направлениям осей *X, Y, Z*, кН (кг), действительные неотрицательные числа.

- *Допускаемые моменты (СТАЦ, СЕЙСМ)* – допускаемые статические и сейсмические моменты для данной мертвой опоры вокруг осей *X, Y, Z*, кН·м (кг·см), действительные неотрицательные числа.

## Неподвижная опора

Неподвижная опора		
<input type="checkbox"/> <b>Собственные линейные перем.</b>		
По оси X	0	мм
По оси Y	0	мм
По оси Z	-0.5	мм
<input type="checkbox"/> <b>Допускаемые силы (СТАЦ)</b>		
По оси X	0	кН
По оси Y	0	кН
По оси Z	0	кН
<input type="checkbox"/> <b>Допускаемые силы (СЕЙСМ)</b>		
По оси X	0	кН
По оси Y	0	кН
По оси Z	0	кН

*Неподвижная опора* (неподвижный шарнир) – опора, ограничивающая перемещения трубопровода по 3-м линейным степеням свободы. В неподвижной опоре возможно задание “вынужденных” поступательных перемещений в рабочем состоянии, обусловленных смещением самого опорного устройства.

- *Собственные линейные перемещения* – заданные собственные статические линейные перемещения опоры по направлениям глобальных осей *X, Y, Z*, мм (см), действительное число.

Для неподвижной опоры возможно (но не обязательно) задание допускаемых нагрузок (статических и сейсмических сил и моментов), с которыми (в случае их задания) будут сравниваться расчетные нагрузки.

- *Допускаемые силы (СТАЦ, СЕЙСМ)* – допускаемые статические и сейсмические силы для данной неподвижной опоры по направлениям осей *X, Y, Z*, кН (кг, т), действительные неотрицательные числа.

## Опора скольжения / качения

Геом. Сечен. Детали Узел

Маркер Арматура с приводом

Опорные конструкции

**Опора скольжения / качения**

☐ **Собственные линейные перемещения**

По оси X	0	мм
По оси Y	0	мм
По оси Z	0	мм

☐ **Коэффициенты трения**

Осевой	0.3
Боковой	0.3
Тип	Односторонняя

☐ **Допускаемые вертикальные нагрузки**

Допускаемая вертикальная нагрузка	0	кН
Допускаемая вертикальная нагрузка	0	кН

☐ **Допускаемые перемещения**

Вдоль оси трубы	0	мм
Поперёк оси трубы	0	мм
Выбор из БД	>>	

*Опора скольжения (или качения) – опора, ограничивающая перемещения трубопровода по вертикали вниз (односторонняя) или вниз и вверх (двусторонняя), а в горизонтальных направлениях либо свободная, либо с трением Кулона. **В узле (узловом сечении) модели возможно задание и корректный учет опоры скольжения/качения двусторонней и без трения.***

Считается, что скольжение опоры происходит в горизонтальной плоскости. Как правило, такая опора применяется для горизонтальных (или почти горизонтальных) зон трубопровода. В тоже время, опору скольжения можно использовать для моделирования опор-лапок вертикальных стоячков трубопровода. Поскольку в этом случае невозможно определить направление скольжения вдоль или поперёк трубы, то следует задать одинаковые значения соответствующих коэффициентов трения. Если требуется задать различные значения коэффициентов трения на вертикальном стояке, то необходимо воспользоваться [опорой общего вида](#).

Опора скольжения может быть смоделирована как опора общего вида в глобальной системе координат с заданной единичной жёсткостью по оси Z.

В опоре скольжения/качения возможно задание поступательных перемещений в рабочем состоянии, обусловленных смещением самого опорного устройства. Для опоры возможно (но не обязательно) задание допускаемых перемещений и нагрузок (статических и сейсмических сил), с которыми (в случае их задания) будут сравниваться расчетные перемещения и нагрузки.

- *Собственные линейные перемещения* – заданные собственные статические линейные перемещения опоры по направлениям глобальных осей **X, Y, Z**, мм (см), действительные числа.



- *Коэффициенты трения* – значения коэффициентов трения в опорных конструкциях вдоль и поперек оси трубы. При трении «сталь по стали» для опор скольжения коэффициенты трения рекомендуется задавать равными 0,3; для катковых опор при осевом перемещении – 0,1 и при боковом перемещении – 0,3. Введенные коэффициенты трения будут использоваться только при расчете с учетом трения (см. меню *Данные* пункт *Общие данные* закладка *Общие данные*).
- *Тип* – односторонняя или двусторонняя (по оси **Z**) опора скольжения/качения. Ограничивающая перемещения трубопровода по вертикали вниз – односторонняя, вниз и вверх – двусторонняя. Для односторонней опоры возможен отрыв трубы на всех значимых этапах расчета (нагрузка на опору в случае отрыва не передаётся).
- *Допускаемые перемещения* – допускаемые статические перемещения трубопровода вдоль и поперек оси, мм (см), действительные неотрицательные числа.
- *Допускаемая вертикальная нагрузка (СТАЦ)* – допускаемая статическая вертикальная нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.
- *Допускаемая вертикальная нагрузка (СЕЙСМ)* – допускаемая сейсмическая вертикальная нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.
- *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по скользящим опорам (см. *База данных по скользящим опорам*).

## Направляющая опора

[illegible]

*Опора направляющая – опора:*

- ограничивающая перемещения трубопровода по вертикали вниз (односторонняя) или вниз и вверх (двусторонняя),
- ограничивающая перемещения трубопровода в поперечном горизонтальном (боковом) направлении;
- в продольном горизонтальном (осевом) направлении либо свободная, либо с трением Кулона.

***В узле (узловом сечении) модели возможно задание и корректный учет направляющей опоры двусторонней и без трения.***

Направляющая опора задаётся на горизонтальных (или почти горизонтальных) частях трубопровода. Она моделируется как опора в локальной системе координат с заданными (абсолютными) жёсткостями по локальным осям  $X'$  (горизонтальная ось поперек оси трубы),  $Y'$  (вертикальная ось). Для вертикальных частей трубопровода такой тип опоры не используется.

В опоре скольжения/качения возможно задание поступательных перемещений в рабочем состоянии, обусловленных смещением самого опорного устройства. Для опоры возможно (но не обязательно) задание допускаемых перемещений и нагрузок (статических и сейсмических сил), с которыми (в случае их задания) будут сравниваться расчетные перемещения и нагрузки.

- *Собственные линейные перемещения* – заданные собственные статические линейные перемещения опоры по направлениям глобальных осей  $X, Y, Z$ , мм (см), действительные числа.

- *Коэффициент трения* – значение коэффициента трения вдоль оси. При трении «сталь по стали» для трения скольжения рекомендуется задавать равным 0,3, для трения качения – 0,1; Введенный коэффициент трения будет использоваться только при расчете с учетом трения (см. меню *Данные* пункт [Общие данные](#) закладка *Общие данные*).

- *Тип* – односторонняя или двусторонняя (по оси  $Z$ ) опора. Для односторонней опоры возможен отрыв трубы от опоры (нагрузка на опору в случае отрыва не передается).

- *Допускаемые перемещения вдоль оси трубы* – допускаемые статические перемещения трубопровода вдоль оси, мм (см), действительное неотрицательное число.

- *Допускаемая нагрузка (СТАЦ)*

- *Вертикальная* – допускаемая статическая вертикальная нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.

- *Боковая* – допускаемая статическая боковая нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.

- *Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ)*

- *Вертикальная* – допускаемая сейсмическая вертикальная нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.

- *Боковая* – допускаемая сейсмическая боковая нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.

## Жесткая подвеска

Жёсткая подвеска		
Длина подвески	15000	мм
Собственные вертикальные перемещения	0	мм
Допускаемая вертикальная нагрузка (СТАЦ)	0	кН
Допускаемая вертикальная нагрузка (СЕЙСМ)	0	кН
Выбор из БД	>>	

Жесткая подвеска в расчетном смысле представляет собой вертикальный безмассовый стержень (нить), абсолютно жесткий на растяжение и абсолютно податливый на сжатие, шарнирно закрепленный в точках крепления к строительным конструкциям и к трубе (условно считается точка на оси трубопровода). Учитываются также горизонтальные реакции в жесткой подвеске (по аналогии с пружинными подвесками), прямо пропорциональные соответствующим горизонтальным перемещениям и обратно пропорциональные длине подвески.

В жёсткой подвеске возможно задание вертикальных перемещений в рабочем состоянии, обусловленных смещением самого опорного устройства. Для опоры возможно (но не обязательно) задание допускаемых нагрузок (статических и сейсмических сил), с которыми (в случае их задания) будут сравниваться расчетные нагрузки.

- *Длина подвески* – длина жесткой подвески, действительное положительное число, мм (см).
- *Собственные вертикальные перемещения* – заданное собственное статическое линейное перемещение в точке подвеса по направлению глобальной оси Z, мм (см), действительное число.
- *Допускаемая нагрузка (СТАЦ)* – допускаемая вертикальная статическая нагрузка, кН (кг), действительное неотрицательное число.
- *Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ)* – допускаемая вертикальная сейсмическая нагрузка, кН (кг), действительное неотрицательное число.
- *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по жёстким подвескам (см. [База данных по жёстким подвескам](#)).

## Пружинная подвеска

Пружинная подвеска		
Тип пружины	МВН 049-63	
Выбор из БД	>>	
Подбор	Нет	
Жёсткость цепи	166.7	кН/м
Рабочая нагрузка	9.18	кН
Количество тяг	2	
Длина тяги	150000	мм
Собственные вертикальные перемещения	0	мм
Коэффициент запаса по нагрузке	1.3	
Изменение нагрузки	35	%
Состояние при испытаниях	Заклинена	

- *Тип пружины* – предусмотрены следующие типы (сортамент) пружин: ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01, МВН 049–63, “спецпружины” ВНИПИЭТ (для горячих боксов-помещений), пружины пользователя и подвески постоянного усилия пользователя, пружины LISEGA и подвески постоянного усилия LISEGA.

- *Выбрать из БД* – для ввода характеристик выбранного типа пружин из базы данных по пружинам. При нажатии кнопки *Выбрать из БД* открывается база данных по ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01, МВН 049–63, “спецпружинам”, пружинам LISEGA, пружинам постоянного усилия LISEGA в зависимости от сортамента пружины, из которой можно выбрать жесткость цепи. Для типов *Пружины постоянного усилия*, *Пружины пользователя*, поле отсутствует (см. также пункт [Базы данных по пружинам](#) раздела *Базы данных*).

- *Подбор* – указатель выбора характеристик данной пружинной подвески при расчетах с выбором характеристик пружин. Если в поле *Подбор* стоит *Да*, то пружина будет подобрана в результате проведенного расчета. Если стоит *Нет*, то выбор характеристик данной пружинной подвески не производится – используются заданные характеристики пружины. **Для узловых подвесок – Нет.**

- *Жесткость цепи* – жесткость цепи, кН/м (кг/см). Для расчетов с выбором жёсткостей пружин не задается. Для пружин пользователя задается обязательно. В случае проведения полного расчета с выбором характеристик пружин, введенная жесткость не учитывается. **Обязательный параметр для узловых пружин.** В случае выбора пружинной подвески из БД, поле для редактирования недоступно.

- *Рабочая нагрузка* – рабочая нагрузка на пружинную подвеску, кН (кг) (для расчетов с определением рабочих нагрузок пружин не задается). В случае

проведения полного расчета с выбором характеристик пружин введенная рабочая нагрузка не учитывается. **Обязательный параметр для узловых пружин.**

- *Количество тяг* – количество тяг у каждой подвески, целое положительное число.

- *Длина тяги* – длины тяги подвески, мм (см), действительное положительное число; если необходимо учесть наклон подвески при перемещениях, то следует задавать реальную длину подвески, если такой учет не нужен, рекомендуется задавать не менее 15000 мм.

- *Собственные вертикальные перемещения* – заданные собственные статические вертикальные перемещения точек подвески, мм (см).

- *Коэффициент запаса по нагрузке* – коэффициент запаса по нагрузке на пружины (положительное значение, не меньше 1,0), рекомендуется принимать в соответствии с [17] значение 1,0 – 1,3. Для пружин LISEGA рекомендуемое значение 1. Используется только при расчёте с подбором характеристик пружин: выбранная рабочая нагрузка, умноженная на этот коэффициент, не должна превышать табличного значения нагрузки на всю опору (по соответствующим ОСТ, МВН или другим сортаментам). ([См. также меню Данные, Общие данные, Пружины](#))

- *Изменение нагрузки* – изменение нагрузки на пружинную подвеску при переходе трубопровода из рабочего состояния в холодное, положительное действительное число, рекомендуется принимать 35%. Для трубопроводов, присоединенных к оборудованию, чувствительному к воздействию усилий от трубопроводов, рекомендуется значение <35% [17], соответственно следует увеличить количество приближений при выборе пружин. Для пружин LISEGA рекомендуемое значение 25%. (См. также меню [Данные](#), закладка [Общие данные](#), пункт [Пружины](#))

При задании пружины постоянного усилия вместо параметра *Рабочая нагрузка* вводится параметр *Постоянное усилие* (вручную или с помощью имеющейся базы данных по подвескам постоянного усилия фирмы **LISEGA** нажатием кнопки *Выбрать из БД*) – значение нагрузки на пружину, кН (кг). **Обязательный параметр для узловых пружин.**

- *Состояние при испытаниях* – указывается состояние пружины пружинных подвесок и опор при испытаниях:

- *Заклинены* – пружина в состоянии испытаний разгружена с помощью специальных приспособлений, передающих нагрузку от трубопровода непосредственно на конструкции, минуя пружину;

- *Распущены* – пружина воспринимают нагрузку от трубопровода при испытаниях.

При выборе “спецпружины” ВНИПИЭТ дополнительно появляется пункт “Характеристики спецпружины”:

<b>□ Характеристики спейдружики</b>			
Холодная температура		20	°C
Рабочая температура		285	°C
Температура при испытаниях		150	°C
Коэффициент линейного расширения при рабочей температуре		1.3E-05	1/град
Коэффициент линейного расширения при холодной температуре		1.15E-05	1/град
Модуль сдвига в рабочем состоянии		70560	МПа
Модуль сдвига в холодном состоянии		78400	МПа

- *Коэффициент линейного расширения для материала тяги* – коэффициент линейного расширения для материала тяги подвески “спецпружины” в рабочем и холодном состояниях, 1/град, действительное положительное число;
  - *Температура для спецпружины* – температура в рабочем и холодном состояниях и при испытаниях, °С, действительное число;
  - *Модуль сдвига материала спецпружины* – модуль сдвига для рабочего и холодного состояния, МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число.
- См. также [База данных по пружинам](#).
































См. также [База данных по пружинам](#).

## Пружинная опора

Геом.	Сечен.	Детали	Узел
-------	--------	--------	------

Маркер

Опорные конструкции

☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐ 
☐

- *Тип пружины* – предусмотрены следующие типы (сортамент) пружин: ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01, опоры пользователя

- *Выбрать из БД* – для ввода характеристик выбранного типа пружин из базы данных по пружинам. При нажатии кнопки *Выбрать из БД* открывается база данных по ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01 из которой можно выбрать жесткость цепи. Для типа *Пружины пользователя* поле отсутствует ([см. также пункт Базы данных по пружинам раздела Базы данных](#)).

- *Подбор* – указатель выбора характеристик данной пружинной опоры при расчетах с выбором характеристик пружин. Если в поле *Подбор* стоит *Да*, то пружина будет подобрана в результате проведенного расчета. Если стоит *Нет*, то выбор характеристик данной пружинной опоры не производится – используются заданные характеристики пружины. **Для узловых пружин – Нет.**

- *Жесткость цепи* – жесткость цепи, кН/м (кг/см). Для расчетов с выбором жесткостей пружин не задается. Для опор пользователя задается обязательно. В случае проведения полного расчета с выбором характеристик пружин, введенная жесткость не учитывается. **Обязательный параметр для узловых пружинных опор.** В случае выбора пружинной подвески из БД, поле для редактирования недоступно.

- *Рабочая нагрузка* – рабочая нагрузка на пружинную опору, кН (кг) (для расчетов с определением рабочих нагрузок пружин не задается). В случае проведения полного расчета с выбором характеристик пружин введенная рабочая нагрузка не учитывается. **Обязательный параметр для узловых пружинных опор.**

- *Количество тяг* – количество тяг у каждой опоры, целое положительное число.

- *Собственные линейные перемещения* – заданные собственные статические линейные перемещения опоры по направлениям глобальных осей X, Y, Z, мм (см), действительные числа.

- *Коэффициенты трения* - значения коэффициентов трения в опорной конструкции вдоль и поперек оси трубы. При трении «сталь по стали» для опор скольжения коэффициенты трения рекомендуется задавать равными 0,3; для катковых опор при осевом перемещении – 0,1 и при боковом перемещении – 0,3. Введенные коэффициенты трения будут использоваться только при расчете с учетом трения (см. меню *Данные* пункт [Общие данные](#) закладка *Общие данные*).

- *Коэффициент запаса по нагрузке* – коэффициент запаса по нагрузке пружин (положительное значение, не меньше 1,0), рекомендуется принимать в соответствии с [17] значение 1,0 – 1,3. Используется только при расчёте с подбором характеристик пружин: выбранная рабочая нагрузка, умноженная на этот коэффициент, не должна превышать табличного значения нагрузки на всю опору (по соответствующим ОСТ или другим сортаментам). ([См. также меню Данные, Общие данные, Пружины](#))

- *Изменение нагрузки* – изменение нагрузки на пружинную опору при переходе трубопровода из рабочего состояния в холодное, положительное действительное число, рекомендуется принимать 35%. Для трубопроводов, присоединенных к оборудованию, чувствительному к воздействию усилий от трубопроводов, рекомендуется значение <35% [17], соответственно следует увеличить количество приближений при выборе пружин. См. также меню *Данные*, закладка [Общие данные](#), пункт *Пружины*).

- *Состояние при испытаниях* – указывается состояние пружины пружинных подвесок и опор при испытаниях:

- *Заклинена* – пружина в состоянии испытаний разгружена с помощью специальных приспособлений, передающих нагрузку от трубопровода непосредственно на конструкции, минуя пружину;
- *Распущена* – пружина воспринимают нагрузку от трубопровода при испытаниях.












См. также *База данных по пружинам*.

## Опора общего вида

Геом.	Сечен.	Детали	Узел
-------	--------	--------	------

Маркер

Опорные конструкции
 

✕











✕

Опора общего вида		
<input type="checkbox"/> <b>Линейные жесткости</b>		
По оси X	1	кН/м
По оси Y	0	кН/м
По оси Z	1	кН/м
<input type="checkbox"/> <b>Угловые жесткости</b>		
Вокруг оси X	0	кН*м/рад
Вокруг оси Y	0	кН*м/рад
Вокруг оси Z	0	кН*м/рад
<input type="checkbox"/> <b>Собственные линейные перемещения</b>		
По оси X	0	мм
По оси Y	0	мм
По оси Z	0	мм
<input type="checkbox"/> <b>Собственные угловые перемещения</b>		
Вокруг оси X	0	рад
Вокруг оси Y	0	рад
Вокруг оси Z	0	рад
<input type="checkbox"/> <b>Коэффициенты трения</b>		
Осевой	0	
Боковой	0	
Тип	Двусторонняя	
Система координат	Глобальная	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Допускаемые силы (СТАЦ)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Допускаемые моменты (СТАЦ)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Допускаемые силы (СЕЙСМ)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Допускаемые моменты (СЕЙСМ)</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Допускаемые перемещения</b>		
Расчёт жёсткостей		>>



Произвольные опоры моделируются заданием линейных и угловых жесткостей в глобальной или локальной системе с помощью окна, показанного выше. В опоре общего вида возможно (но не обязательно) задание “вынужденных” поступательных и (или) угловых перемещений в рабочем состоянии, обусловленных смещением самого опорного устройства. Для опоры общего вида возможно (но не обязательно) задание допускаемых статических перемещений, нагрузок статических и сил и моментов), с которыми (в случае их задания) будут сравниваться соответствующие значения.

- *Линейные жесткости* – заданные жесткости опорных конструкций в направлении линейных перемещений по глобальным осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  или локальным осям  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , кН/м (кг/см), действительные неотрицательные числа. Если жесткость равна 0, то перемещение в данном направлении разрешено. Для “абсолютно” жестких опор, исключающих перемещения в некоторых направлениях, программой могут быть автоматически подобраны величины необходимых жесткостей. Для этого следует соответствующие жесткости задать равными 1.

- *Угловые жесткости* – заданные угловые жесткости опорных конструкций вокруг глобальных осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  или локальных осей  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , кН·м/рад (кг·см/рад), действительные неотрицательные числа. Если угловая жесткость равна 0, то поворот вокруг выбранной оси не ограничен. Для “абсолютно” жестких опор, исключающих повороты в некоторых направлениях, программой могут быть автоматически подобраны величины необходимых жесткостей. Для этого следует соответствующие жесткости задать равными 1.

- *Собственные линейные перемещения* – заданные собственные статические линейные перемещения опоры по направлениям осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , мм (см), действительные числа.

- *Собственные угловые перемещения* – заданные собственные статические угловые перемещения опоры вокруг осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , рад, действительные неотрицательные числа.

- *Коэффициенты трения* – значения коэффициентов трения вдоль (*осевой*) и поперек оси трубы (*боковой*) в опорных конструкциях. При трении «сталь по стали» для опор скольжения и направляющих опор коэффициент трения рекомендуется задавать равными 0,3; для катковых опор при осевом перемещении – 0,1 и при боковом перемещении – 0,3.

- Введенные коэффициенты трения будут использоваться только при расчете с учетом трения. (см. Данные пункт [Общие данные](#) закладка *Общие данные*). **В узле (узловом сечении) модели возможно задание и корректный учет опоры без трения (коэффициенты равны нулю).**

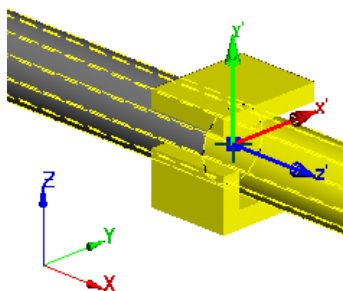
- *Тип* – односторонняя или двусторонняя (по оси  $Z$ ) опора. Односторонняя опора не препятствует отрыву трубы (вверх). Для односторонней опоры возможен отрыв трубы на всех значимых этапах расчета (см. [Комментарии](#)). **В узле (узловом сечении) модели возможно задание и корректный учет только двусторонней опоры.**

- *Система координат* – указывается, в какой системе координат задана опора: *Глобальная* или *Локальная*. При выводе результатов в виде сводных таблиц к номерам сечений опор, заданных в локальной системе координат, добавляется надпись «ЛСК».

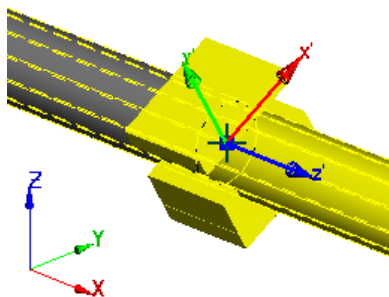
- *Угол ЛСК* – при использовании локальной системы координат задайте, если необходимо, угол поворота локальных осей  $X'$  и  $Y'$  вокруг оси  $Z'$ , град (рад) в диапазоне от  $-180$  до  $+180$  град. При вводе значения угла ЛСК, поворот опоры осуществляется вокруг оси  $Z'$ . При вводе положительного значения угла поворота, локальные оси  $X'$ , и  $Y'$  поворачиваются вокруг оси  $Z'$  в сторону от  $X'$  к  $Y'$ , отрицательного – в сторону от  $Y'$  к  $X'$ . Ниже приводится пример задания опоры в локальной системе координат.

Начало локальной системы координат ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) располагается в конечной точке детали. Ось  $Z'$  направлена вдоль детали в сторону от сечения  $i-1$  к сечению  $i$ ; ось  $X'$  располагается параллельно плоскости  $X$ ,  $Y$  и направляется так, чтобы косинус угла между этой осью и осью  $X$  был положительным.

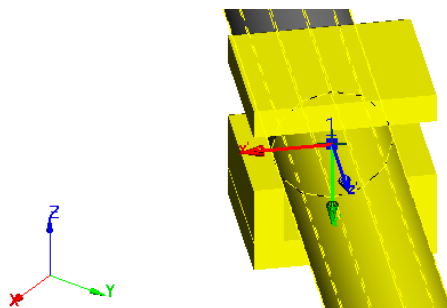
Задание опор в глобальной ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) и локальной ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) системах координат:



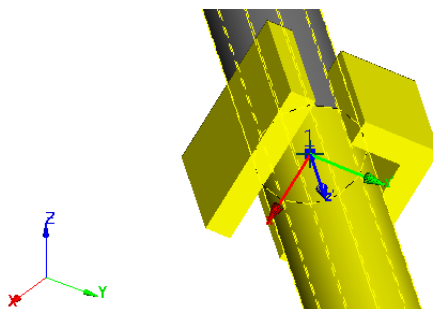
Жесткости по  $Y$ ,  $Z$  (глобальная СК) и жесткости опоры по  $X'$ ,  $Y'$  (локальная СК) совпадают



Опора повернута на 30 град. Относительно локальной СК, жесткости опоры по  $X'$ ,  $Y'$  (при задании указан угол в 30 град).



Ось трубы повернута под углом в 45 град. к осям  $X$ ,  $Y$ , жесткости опоры по  $X'$ ,  $Y'$ .



Ось трубы повернута под углом в 45 град. к осям  $X$ ,  $Y$ , жесткости опоры по  $X'$ ,  $Y'$ . Опора повернута на 60 град. Относительно локальной СК, жесткости по  $X'$ ,  $Y'$  (при задании указан угол в 60 град).

- *Допускаемые силы* – допускаемые силы вдоль осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , кН (кг), действительные неотрицательные числа.
- *Допускаемые моменты* – допускаемые моменты вокруг осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , кН·м (кг·см), действительные неотрицательные числа.
- *Допускаемые перемещения* – допускаемые перемещения трубопровода вдоль осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , мм (см), действительные неотрицательные числа.
- *Расчёт жёсткостей* – нажмите кнопку ☐ в этом поле для расчета локальных жесткостей штуцерного узла оборудования (сосудов, аппаратов) (см. Приложение 4, Общее описание [76]).

## Нестандартная опора

Геом.	Сечен.	Детали	Узел
-------	--------	--------	------

Маркер \_\_\_\_\_

Опорные конструкции

### Нестандартная опора

<input checked="" type="checkbox"/> Собственные перемещения в ГСК	
Система координат	Глобальная
<input type="checkbox"/> Связь по X	Упругая
Односторонняя	Нет
Жёсткость	0 кН/м
Коэффициент трения по Y	0.3
Коэффициент трения по Z	0.3
Зазор по направлению связи	0 мм
Зазор против направления связи	0 мм
Допускаемая нагрузка (СТАЦ)	0 кН
Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ)	0 кН
Связь по Y	Нет
<input type="checkbox"/> Связь по Z	Жёсткая
Односторонняя	Нет
Коэффициент трения по X	0
Коэффициент трения по Y	0
Зазор по направлению связи	0 мм
Зазор против направления связи	0 мм
Допускаемая нагрузка (СТАЦ)	0 кН
Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ)	0 кН
Связь вокруг X	Нет
Связь вокруг Y	Нет
Связь вокруг Z	Нет
Расчёт жёсткостей	>>

Нестандартные опоры задаются как набор связей по осям глобальной или локальной системы координат. Линейные связи могут быть заданы как *односторонние* по оси или против оси. Также для связей учитываются, в случае их задания, *зазоры*.

- *Система координат* – указывается, в какой системе координат задана опора: *Глобальная* или *Локальная*. При выводе результатов в виде сводных таблиц к номерам сечений опор, заданных в локальной системе координат, добавляется надпись «ЛСК».

- *Угол ЛСК* – при использовании локальной системы координат задайте, если необходимо, угол поворота локальных осей  $X'$  и  $Y'$  вокруг оси  $Z'$ , град (рад) в диапазоне от  $-180$  до  $+180$  град. При вводе значения угла ЛСК, поворот опоры осуществляется вокруг оси  $Z'$ . При вводе положительного значения угла поворота, локальные оси  $X'$ , и  $Y'$  поворачиваются вокруг оси  $Z'$  в сторону от  $X'$  к  $Y'$ , отрицательного – в сторону от  $Y'$  к  $X'$ . Описание задания в локальной системе координат см. в пункте [Опора общего вида](#).

- *Связь* – наличие связи по выбранному направлению (степени свободы). Возможные значения: нет, жёсткая, упругая;

- *Жёсткость* – заданная жесткость опорной конструкции по направлению связи (линейной / угловой), кН/м (кг/см) / кН·м/рад (кг·см/рад), действительные неотрицательные числа;

- *Коэффициенты трения* – значения коэффициентов трения в опорных конструкциях по осям, перпендикулярным оси связи. При трении «сталь по стали» для опор скольжения коэффициенты трения рекомендуется задавать равными 0,3; для катковых опор при осевом перемещении – 0,1 и при боковом перемещении – 0,3. Введенные коэффициенты трения будут использоваться только при расчете с учетом трения (см. меню *Данные* пункт [Общие данные](#) закладка *Общие данные*).


- *Односторонняя* – тип ограничения для связи: либо да (односторонняя), либо нет (двусторонняя). Связь, ограничивающая перемещения трубопровода против или по направлению связи – односторонняя, одновременно по направлению и против – двусторонняя. Для односторонней связи возможен отрыв трубы на всех значимых этапах расчета (нагрузка на опору в случае отрыва не передаётся).

- *Зазор по направлению связи* – заданный зазор по направлению связи, мм (см), действительное число;

- *Зазор против направления связи* – заданный зазор против направления связи, мм (см), действительное число;

- *Допускаемая нагрузка (СТАЦ)* – допускаемая статическая нагрузка кН, кН·м (кг, кг·см), действительное неотрицательное число.

- *Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ)* – допускаемая сейсмическая нагрузка кН, кН·м (кг, кг·см), действительное неотрицательное число.

- *Расчёт жёсткостей* – нажмите кнопку  в этом поле для расчета локальных жесткостей штуцерного узла оборудования (сосудов, аппаратов) (см. Приложение 4, *Общее описание* [76]).

## Амортизатор

Амортизатор		
<input type="checkbox"/> <b>Линейные жесткости</b>		
По оси X	0	кН/м
По оси Y	0	кН/м
По оси Z	1E+07	кН/м
Максимальная грузоподъемность	10	кН
Система координат	Глобальная	

Амортизатор, оказывающий сопротивление только динамическим перемещениям, учитывается только в динамических расчетах (**АСТРА-ФОРМ**, **АСТРА-СЕЙСМ**, **АСТРА-ВИБР** и **АСТРА-ДИН**). Амортизатор не может быть задан в одном сечении с другими типами опор.

- *Линейные жесткости* – заданные жесткости амортизаторов в направлении линейных перемещений по глобальным осям *X*, *Y*, *Z* или локальным осям *X'*, *Y'*, *Z'*, кН/м (кг/см), действительные неотрицательные числа. При отсутствии жесткостей по всем трем направлениям выдается предупреждение.

- *Максимальная грузоподъемность* – максимальная грузоподъемность амортизатора в данном сечении, кН (кг), действительное положительное число.

- *Система координат* – указывается, в какой системе координат задан амортизатор: *Глобальная* или *Локальная*. При выводе результатов в виде сводных таблиц к номерам сечений амортизаторов, заданных в локальной системе координат, добавляется надпись «ЛСК».

- *Угол ЛСК* – при использовании локальной системы координат задайте, если необходимо, угол поворота локальных осей *X'* и *Y'* вокруг оси *Z'*, град (рад) в диапазоне от –180 до +180 град. Описание задания в локальной системе координат см. в пункте [Опора общего вида](#).

## Демпфер

Демпфер		
Система координат	Глобальная	
Связь по X	Нет	
Связь по Y	Нет	
<input checked="" type="checkbox"/> Связь по Z	Вязко-упругая	
Жёсткость	0	кН/м
Демпфирование	50	кН*с/м
Допускаемая нагрузка	0	кН
Связь вокруг X	Нет	
Связь вокруг Y	Нет	
Связь вокруг Z	Нет	

Демпфер – упруго-вязкая опора, оказывающая сопротивление только динамическим перемещениям, учитывается только в динамических расчетах при применении метода *Прямое интегрирование уравнений движения* в **АСТРА-СЕЙСМ** и **АСТРА-ДИН**, и *Полного метода расчёта* в **АСТРА-ВИБР**.

Демпферы задаются как набор связей по осям глобальной системы координат.

- *Связь* – наличие связи по выбранному направлению (степени свободы). Возможные значения: нет, жёсткая, вязко-упругая;
- *Жёсткость* – заданная жесткость опорной конструкции по направлению связи (линейной / угловой), кН/м (кг/см) / кН·м/рад (кг·см/рад), действительные неотрицательные числа;
- *Демпфирование*, – заданное демпфирование опорной конструкции по направлению связи (линейной / угловой), кН·с/м (кг·с /см) / кН·м·с /рад (кг см·с /рад), действительное неотрицательное числа;
- *Допускаемая нагрузка* – допускаемая динамическая нагрузка кН (кг), действительное неотрицательное число.

## Фланец

Фланец		
<input type="checkbox"/> Расчёт по РТМ 38.001-94	Да	
Наружный диаметр прокладки	300	мм
Внутренний диаметр прокладки	250	мм
Допускаемое давление	1	МПа
Выбор из БД	>>	
Расчёт по РД5Р.5137-73	Да	
Тип соединения	Комбинированное	
<input type="checkbox"/> Нагрузка	Авто	
Условное давление	0	МПа
Расчётная температура	520	°C
Холодная температура	20	°C
Рабочее давление	210	МПа
OK		Отмена

- *Расчёт по РТМ 38.001-94* – расчёт герметичности фланцев по [3].
- *Диаметр прокладки:*
  - *Наружный*– наружный диаметр прокладки  $D_n$ , мм (см).
  - *Внутренний*– внутренний диаметр прокладки  $D_{вн}$ , мм (см).
- *Допускаемое давление* – задаваемое (допускаемое) давление во фланцевом соединении  $[P_y]$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>).
- *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по фланцам (см. [База данных по фланцам](#)).

Расчет герметичности фланцевых соединений проводится по методике, изложенной в [3].

На фланцевые соединения трубопроводов, кроме внутреннего или наружного давления, действуют также осевая и перерезывающие силы, изгибающие и крутящий моменты, величины которых определяются из расчета напряженно-деформированного состояния трубопровода в целом. Эти силовые факторы учитываются при определении условного (допускаемого) давления.

В сводных таблицах (таблица Герметичность фланцев) в случае превышения расчетными значениями допускаемой величины выдается соответствующая диагностика.

Формулы для условного и расчетного (допускаемого) давления во фланцах приведены в [Общем описании](#) [76].

- *Расчёт по РД5Р.5137-73* – расчёт прочности и плотности фланцевых соединений по [14]. Расчёт доступен для отраслевой ветви АСТРА-СУДПРОМ.

<input type="checkbox"/> Тип соединения	Комбинированное	.
Условное давление соединения	0	МПа
Температура соединения	300	°C
Температура в холодном состоянии	20	°C
Рабочее давление	6.4	МПа
Изгибающий момент в рабочем состоянии	30	кН*м
Признак задания монтажного момента	Нет	



- *Тип соединения* – тип фланцевого соединения: цельное, свободное или комбинированное;
- *Условное давление* – условное давление фланцевого соединения,  $P_y$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>);
- *Расчётная температура* – расчётная температура фланцевого соединения,  $t$ , град. Не редактируемый параметр (выбирается с примыкающих деталей трубопровода как максимальное по абсолютной величине значение);
- *Холодная температура* – температура фланцевого соединения в нерабочем состоянии (при нормальных условиях),  $t_n$ , град. Не редактируемый параметр (выбирается с примыкающих деталей трубопровода как максимальное по абсолютной величине значение);
- *Расчётное давление* – расчётное давление фланцевого соединения  $P_0$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>). Не редактируемый параметр (выбирается с примыкающих деталей трубопровода как максимальное по абсолютной величине значение);
- *Изгибающий момент в рабочем состоянии* – изгибающий момент, действующий на фланцевое соединение в рабочем состоянии (этап 2),  $M_{\text{раб}}$ , кН·м (кгс·см, тс·м). Не редактируемый параметр (выбирается с примыкающих деталей трубопровода как максимальное по абсолютной величине значение);
- *Признак задания монтажного момента* – признак задания пользователем изгибающего момента на фланцевое соединение при монтаже. В случае известного значения изгибающего момента, действующего на соединение при монтаже, выбирается значение «Есть». В случае выбора «Нет», значение момента вычисляется программой автоматически;
- *Изгибающий момент при монтаже* – изгибающий момент, действующий на фланцевое соединение при монтаже  $M_{\text{монт}}$ , кН·м (кгс·см, тс·м). Задаётся при указании значения «Есть» параметра *Признак задания монтажного момента*.

## Параметры прокладки

Прокладка	
Тип прокладки	Зубчатая прокладка с у...
Внутренний радиус	87 мм
Наружный радиус	103 мм
Коэффициент Пуассона	0.3
Модуль упругости	91000 МПа
Предел текучести материала при норм.	270 МПа
Предел текучести материала при расч.	190 МПа
Коэффициент для определения силы дав.	3
Толщина прокладки	3 мм
Число зубцов прокладки	9
Ширина притупления вершины зубца	0.2 мм
Шаг зубцов	2 мм
Коэффициент трения привалочных плоск.	0.1

• *Тип* – тип прокладки: зубчатая с углом зубца 90 град, плоская металлическая, паронитовая, резиновая средней твёрдости, спирально навитая, фторопластовая;

• *Внутренний радиус* – внутренний радиус прокладки  $r_v$ , мм, действительное положительное число;

• *Наружный радиус* – наружный радиус прокладки  $r_n$ , мм, действительное положительное число;

• *Коэффициент Пуассона* – коэффициент Пуассона материала прокладки,  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5. Задаётся для зубчатых и плоских металлических прокладок;

• *Модуль упругости* – модуль упругости материала прокладки  $E_{упр}$ , МПа ( $кг/см^2$ ), действительное положительное число. Задаётся для зубчатых, плоских металлических и резиновых прокладок;

• *Предел текучести при норм. темп.* – предел текучести материала металлической прокладки при нормальной температуре  $\sigma_{тн\ пр}$ , МПа ( $кг/см^2$ ), действительное положительное число. Задаётся для зубчатых и плоских металлических прокладок;

• *Предел текучести при расч. темп.* – предел текучести материала металлической прокладки при расчётной температуре  $\sigma_{rt\ пр}$ , МПа ( $кг/см^2$ ), действительное положительное число. Задаётся для зубчатых прокладок;

• *Коэффициент сохранения плотности соединения* – коэффициент для определения силы давления на прокладку для сохранения плотности соединения,  $\eta_1$ , действительное положительное число. Задаётся для зубчатых, плоских металлических, паронитовых, фторопластовых прокладок;

• *Толщина* – толщина прокладки  $h_{пр}$ , мм (см, м), действительное положительное число;

• *Число зубцов* – количество зубцов прокладки  $Z_z$ , целое положительное число. Задаётся для зубчатых прокладок;

- *Ширина притупления вершины зубца* – ширина притупления вершины зубца  $t_0$ , мм (см, м), действительное положительное число. Задаётся для зубчатых прокладок;
- *Шаг зубцов* – шаг зубцов  $\Delta$ , мм (см, м), действительное положительное число. Задаётся для зубчатых прокладок;
- *Коэффициент трения привалочных плоскостей* – коэффициент трения привалочных плоскостей прокладки  $f_1$ , действительное неотрицательное число меньше или равное 1;
- *Удельное давление обжатия* – удельное давление обжатия прокладки,  $q_0$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число. Задаётся для паронитовых прокладок;

При наличии ограничительного кольца (его учёт возможен для паронитовых, резиновых средней твёрдости, спирально навитых, фторопластовых прокладок) дополнительно задаются следующие параметры:

- *Ограничительное кольцо* – признак наличия ограничительного кольца. При наличии ограничительного кольца выбирается значение «Да»;
- *Внутренний радиус* – внутренний радиус ограничительного кольца,  $r_v$ , м (см, мм), действительное положительное число;
- *Наружный радиус* – наружный радиус ограничительного кольца,  $r_n$ , м (см, мм), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент Пуассона материала ограничительного кольца,  $\nu_{ок}$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5;
- *Модуль упругости* – модуль упругости материала ограничительного кольца  $E_{ток}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Толщина* – толщина ограничительного кольца  $h_{ок}$ , мм (см, м), действительное положительное число;

## Параметры болтов/шпилек

Болты / шпильки	
Тип	Шпилька
Затяг тарируемым ключом	Нет
Тип резьбы	Не указан
Количество	10
Радиус расположения отверстий	130 мм
Расчётный диаметр	26.2 мм
Расчётная длина	203 мм
Диаметр резьбы	24 мм
Средний диаметр резьбы	27.73 мм
Шаг резьбы	3.5 мм
Угол профиля резьбы	80 град
Наружный диаметр контактного кольца	46 мм
Высота гайки	30 мм
Модуль упругости	202000 МПа
Кэффициент линейного температурног	1.23E-05 1/град
Предел текучести при норм. темп.	680 МПа
Предел текучести при расч. темп.	630 МПа
Расчётная температура	300 °C
Кэффициент трения фрикционной пары	0.17
Кэффициент трения на торце гайки	0.125
Экспериментальный коэффициент затяж	0.1

- *Тип* – тип «болт» или «шпилька»;
- *Затяг тарируемым ключом* – вид затяга болта/шпильки: тарируемым или нетарируемым ключом;
- *Тип резьбы* – не задана или метрическая. В случае выбора метрической резьбы параметры *Расчётный диаметр* и *Средний диаметр резьбы* не задаются, а вычисляется автоматически в соответствии с [65];
- *Количество* – количество болтов/шпилек во фланцевом соединении **z**, целое положительное число;
- *Радиус расположения отверстий под шпильки* – радиус окружности расположения отверстий под шпильки **R<sub>1</sub>**, мм (см, м), действительное положительное число;
- *Расчётная температура* – расчётная температура болта, **t<sub>б</sub>**, град;
- *Кэффициент линейного температурного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения материала болта/шпильки, **α<sub>б</sub>**, 1/град, действительное положительное число;
- *Модуль упругости* – модуль упругости материала болта/шпильки **E<sub>тб</sub>**, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Предел текучести при норм. темп.* – предел текучести материала болта/шпильки **σ<sub>Тнб</sub>**, МПа (кг/см<sup>2</sup>), при нормальной температуре, действительное положительное число;

- *Предел текучести при расч. темп.* – предел текучести материала болта/шпильки  $\sigma_{Тб}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число;
- *Предел длительной прочности при расч. темп.* – предел длительной прочности материала болта/шпильки  $\sigma_{Дб}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число;
- *Экспериментальный коэффициент затяжки гаек* – экспериментальный коэффициент затяжки гаек  $\eta$ , действительное неотрицательное число меньшее или равное 1;
- *Высота гайки* – высота гайки  $H$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Расчётный диаметр* – расчётный диаметр болта/шпильки  $d$ , мм (см, м), действительное положительное число. Если параметр *Тип резьбы* выбран «Метрическая», то *Расчётный диаметр* не задаётся, а вычисляется автоматически;
- *Диаметр резьбы* – диаметр резьбы болта/шпильки  $d_r$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Шаг резьбы* – шаг резьбы болта/шпильки  $s_p$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Средний диаметр резьбы* – средний диаметр резьбы болта/шпильки  $d_{ср}$ , мм (см, м), действительное положительное число большее или равное 12 мм. Если параметр *Тип резьбы* выбран «Метрическая», то *Средний диаметр резьбы* не задаётся, а вычисляется автоматически;
- *Коэффициент трения фрикционной пары* – коэффициент трения фрикционной пары  $\mu$ , действительное неотрицательное число меньшее или равное 1;
- *Угол профиля резьбы* – угол профиля резьбы  $\alpha$ , град (рад), действительное неотрицательное число, меньше 180 град;
- *Коэффициент трения на торце гайки* – коэффициент трения на торце гайки  $\mu_t$ , действительное неотрицательное число меньшее или равное 1;
- *Наружный диаметр контактного кольца гайки* – наружный диаметр контактного кольца гайки  $D_t$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Расчётная длина* – расчётная длина болта/шпильки  $l$ , мм (см, м), действительное положительное число.
- *Коэффициент запаса по пределу текучести при норм. темп.* – коэффициент запаса по пределу текучести материала болта/шпильки при нормальной температуре  $n_{Тн}$ , действительное положительное число, большее или равное 1, по умолчанию 2,5;
- *Коэффициент запаса по пределу текучести при расч. темп.* – коэффициент запаса по пределу текучести материала болта/шпильки при расчётной температуре  $n_{Т}$ , действительное положительное число, большее или равное 1, по умолчанию 2;
- *Коэффициент запаса по пределу длительной прочности при расч. темп.* – коэффициент запаса по пределу длительной прочности материала болта/шпильки при расчётной температуре  $n_{Д}$ , действительное положительное число, большее или равное 1, по умолчанию 1,5;
- *Поправочный коэффициент (0 – по нормам)* – поправочный коэффициент  $\varepsilon_2$ , зависит от диаметра болта/шпильки, действительное положительное число, меньшее или равное 1, по умолчанию 0. При задании нуля расчёт параметра производится программой в соответствии с нормативным документом.

## Параметры шайбы

Шайбы	Есть	
Высота	22	мм
Наружный диаметр	47	мм
Внутренний диаметр	31	мм
Модуль упругости	202000	МПа

- *Шайбы* – признак наличия шайб: «Есть» или «Нет»;
- *Высота* – высота шайбы  $h_{ш}$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Наружный диаметр* – наружный диаметр шайбы  $d_{2ш}$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Внутренний диаметр* – внутренний диаметр шайбы  $d_{1ш}$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Модуль упругости* – модуль упругости материала шайбы  $E_{ш}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число.

## Параметры фланца

Цельный фланец		
Тип поперечного сечения (черт. 5-7)	Тип I	
Условный диаметр	150	мм
Длина конусной части втулки	72	мм
Начальная толщина конусной части втулки	7	мм
Толщина стенки втулки у основания	31	мм
Наружный радиус	159	мм
Внутренний радиус	75	мм
Толщина кольца	78	мм
Ширина скоса	63	мм
Высота скоса	44	мм
Диаметр отверстий под болты / шпильки	32	мм
Модуль упругости	96000	МПа
Коэффициент Пуассона втулки	0.3	
Коэффициент линейного температурного	9.2E-06	1/град
Предел прочности при расч. темп.	440	МПа
Предел текучести при расч. темп.	320	МПа
Предел длительной прочности при расч.	440	МПа
Ударная вязкость	700	кДж/м <sup>2</sup>
Расчётная температура	300	°C
Коэффициент снижения прочности сварных	1	

<input type="checkbox"/> Свободный фланец	
Тип поперечного сечения (черт. 5-7)	Тип I
Тип поперечного сечения наконечника	Черт. 8: а,б,в
Условный диаметр	150 мм
Длина конусной части наконечника	72 мм
Начальная толщина конусной части наконечника	7 мм
Толщина стенки втулки у основания	31 мм
Наружный радиус	159 мм
Внутренний радиус наконечника	75 мм
Внутренний радиус кольца	0 мм
Толщина кольца	78 мм
Ширина скоса	63 мм
Высота скоса	44 мм
Диаметр отверстий под болты / шпильки	32 мм
Радиус фаски	0 мм
Высота бурта наконечника	30 мм
Радиус бурта наконечника	103 мм
Модуль упругости	96000 МПа
Коэффициент Пуассона втулки	0.3
Коэффициент линейного температурного расширения	9.2E-06 1/град
Предел прочности при расч. темп.	440 МПа
Предел текучести при расч. темп.	320 МПа
Предел длительной прочности при расч. темп.	440 МПа
Ударная вязкость	700 кДж/м^2
Расчётная температура	300 °C
Коэффициент снижения прочности сварного шва	1

• *Тип поперечного сечения (черт. 5-7)* – тип поперечного сечения фланца: для цельного фланца тип I, II, III, для свободного I, II. Выбирается в соответствии с [14, черт. 5-7];

• *Тип поперечного сечения наконечника* – тип поперечного сечения наконечника свободного фланца. Выбирается в соответствии с [14, черт. 8];

• *Условный диаметр* – условный диаметр  $D_y$ , мм (см, м), действительное положительное число;

• *Длина конусной части втулки* – длина конусной части втулки цельного фланца  $L_{вт}$ , мм (см, м), действительное положительное число;

• *Длина конусной части наконечника* – длина конусной части наконечника свободного фланца  $L_{вт}$ , мм (см, м), действительное положительное число;

• *Начальная толщина конусной части втулки* – начальная толщина конусной части втулки цельного фланца  $S$ , мм (см, м), действительное положительное число;

• *Начальная толщина конусной части наконечника* – начальная толщина конусной части наконечника свободного фланца  $S$ , мм (см, м), действительное положительное число;

• *Расчётная температура* – расчётная температура фланца  $t_f$ , град;

• *Модуль упругости* – модуль упругости материала шайбы  $E_{тф}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число;

• *Коэффициент Пуассона втулки* – коэффициент Пуассона материала втулки,  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5;

• *Коэффициент линейного температурного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения материала фланца  $\alpha_f$ , 1/град, действительное положительное число;

- *Предел прочности при расч. темп.* – предел прочности материала фланца  $\sigma_{\text{вф}}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число;
- *Предел текучести при расч. темп.* – предел текучести материала фланца  $\sigma_{\text{тф}}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число;
- *Предел длительной прочности при расч. темп.* – предел длительной прочности материала фланца  $\sigma_{\text{ДФ}}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), при расчётной температуре, действительное положительное число;
- *Ударная вязкость* – ударная вязкость материала фланца  $a_u$ ,  $\text{кДж/м}^2$ , действительное положительное число;
- *Коэффициент снижения прочности сварного шва* – коэффициент снижения прочности сварного шва  $K$ , действительное положительное число, равное или меньшее 1;
- *Наружный радиус* – наружный радиус цельного фланца или кольца свободного фланца  $r_b$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Внутренний радиус* – внутренний радиус цельного фланца  $r_b$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Внутренний радиус наконечника* – внутренний радиус наконечника свободного фланца  $r_b$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Внутренний радиус кольца* – внутренний радиус кольца свободного фланца  $R_{\text{вк}}$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Толщина кольца* – толщина кольца фланца  $h$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Ширина скоса* – ширина скоса фланца  $a$ , мм (см, м), действительное положительное число. Указывается для фланцев типа I и III (см. [14, черт. 5-7]);
- *Высота скоса* – высота скоса фланца  $h_1$ , мм (см, м), действительное положительное число. Указывается для фланцев типа I и III (см. [14, черт. 5-7]);
- *Диаметр отверстий под шпильки* – диаметр отверстий под шпильки  $d_0$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Радиус фаски* – радиус фаски свободного фланца  $r$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Высота бурта наконечника* – высота бурта наконечника свободного фланца  $h_b$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Радиус бурта наконечника* – радиус бурта наконечника свободного фланца  $R_b$ , мм (см, м), действительное положительное число;
- *Толщина стенки втулки у основания* – толщина стенки втулки фланца у основания  $s_n$ , мм (см, м), действительное положительное число.
- *Коэффициент запаса по пределу прочности при расч. темп. (0 – по нормам)* – коэффициент запаса по пределу прочности материала фланца при расчётной температуре  $n_b$ , действительное положительное число, большее или равное 1, по умолчанию 0. При задании нуля расчёт параметра производится программой в соответствии с нормативным документом;
- *Коэффициент запаса по пределу длительной прочности при расч. темп. (0 – по нормам)* – коэффициент запаса по пределу длительной прочности материала фланца при расчётной температуре  $n$ , действительное положительное число,



большее или равное 1, по умолчанию 0. При задании нуля расчёт параметра производится программой в соответствии с нормативным документом.

### Дополнительные напряжения

Дополнительные напряжения		
<input type="checkbox"/> Дополнительные напряжения		
По группе 2	10	МПа
По группе 3	25	МПа
По группе 4	0	МПа

OK Отмена

- *Дополнительные напряжения* – значения дополнительных местных напряжений по группам 2, 3, 4 (*АСТРА-АЭС*), МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительные неотрицательные числа.

Как правило, эти напряжения относятся к зонам, где возникают значимые дополнительные трехмерные напряжения, не определяемые в расчете трубопроводов как пространственно-стержневых систем по ПК *АСТРА-НОВА*. Например, местные напряжения в зонах изменения толщины стенки трубы, в плакированных трубах и т.п. Значения этих “дополнительных” напряжений определяются предварительно либо экспериментальными методами (тензометрирование), либо численным моделированием с использованием соответствующих конечноэлементных ПК (*СТАДИО*, *ANSYS*, *ABAQUS*, *NASTRAN*).

### Монтажный натяг

Монтажный натяг		
<input type="checkbox"/> Проекция линейного перемещения		
На ось X'	0	мм
На ось Y'	0	мм
На ось Z'	-0.3	мм

OK Отмена

Монтажный натяг можно задать в любом промежуточном сечении прямолинейной части участка в локальной системе координат. Начало локальной системы координат ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) располагается в конечной точке детали. Ось  $Z'$  направлена вдоль детали в сторону от сечения  $i-1$  к сечению  $i$ ; ось  $X'$  располагается параллельно плоскости  $X, Y$  и направляется так, чтобы косинус угла между этой осью и осью  $X$  был положительным, см. также Общее описание [76, Приложение 2, п. 3].

Задаются три проекции линейного перемещения конечного сечения  $i$  –ой детали относительно сечения  $i+1$  –ой детали, возникающего при выполнении монтажного натяга, мм (см).

## Сосредоточенные нагрузки

Сосредоточенная нагрузка		
<input type="checkbox"/> Сосредоточенные силы		
По оси X	0	кН
По оси Y	0	кН
По оси Z	-3	кН
<input type="checkbox"/> Сосредоточенные моменты		
Вокруг оси X	0.01	кН*м
Вокруг оси Y	0	кН*м
Вокруг оси Z	0.012	кН*м
OK		Отмена

- *Сосредоточенные силы* – проекции векторов сосредоточенных статических сил в глобальной системе координат  $X, Y, Z$ , кН (кг), действительные числа.
- *Сосредоточенные моменты* – сосредоточенные моменты вокруг осей в глобальной системе координат  $X, Y, Z$ , кН·м (кг·см), действительные неотрицательные числа.

## Сосредоточенные массы и массовые моменты инерции

Сосредоточенная масса		
Величина массы	0.02	т
<input type="checkbox"/> Массовые моменты инерции		
Вокруг оси X	0	т*м <sup>2</sup>
Вокруг оси Y	0.00637105	т*м <sup>2</sup>
Вокруг оси Z	0.00637105	т*м <sup>2</sup>
OK		Отмена

Сосредоточенные массы и массовые моменты инерции могут задаваться в сечениях участков и узлах. Используется при динамических расчетах.

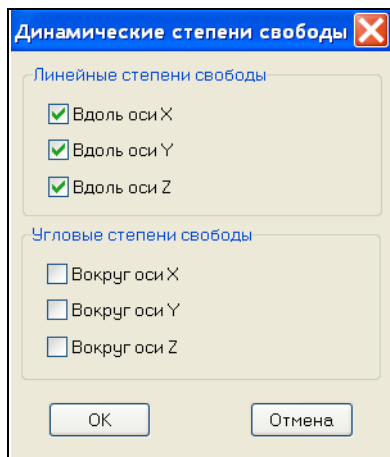
- *Величина массы* – задается величина массы, т (кг).
- *Массовые моменты инерции* – массовые моменты инерции вокруг осей в глобальной системе координат  $X, Y, Z$ , т·м<sup>2</sup> (кг·см<sup>2</sup>).

Сосредоточенные массовые характеристики могут использоваться, например, для моделирования оборудования в составе трубопроводной системы.

В случае задания пользователем штока арматуры (см. [Закладка Детали Арматура](#)) массовые моменты инерции вычисляются автоматически (по заданным массам штока и координатам центра его масс), и в данном диалоге их изменить нельзя.

Если в сечениях заданы сосредоточенные силы, направленные вертикально вниз, а сосредоточенные массовые характеристики не заданы, то эти силы “переводятся” в сосредоточенные массы (3 одинаковые по 3-м направлениям). Если на данном участке заданы и сосредоточенные силы, и сосредоточенные массовые характеристики, то для динамического расчета используются только заданные сосредоточенные массовые характеристики.

## Динамические степени свободы



Для подготовки расчетной динамической модели трубопровода (см. *Общее описание* [76]) пользователь может сам указать сечения участков, где расположить динамические степени свободы, или воспользоваться возможностью автоматической подготовки динамической модели (см. Меню *Данные*, пункт [Автоматическая расстановка масс](#)). Данный диалог служит для задания или просмотра динамических степеней свободы в выбранном сечении.

В сечения, где заданы *динамические степени свободы*, должны быть приведены массы участка по учитываемым направлениям вдоль (вокруг) координатных осей основной системы координат.

- *Линейные степени свободы* вводятся автоматически по трем направлениям:
  - в сечениях, где расположены сосредоточенные массы (см. [Сосредоточенные массы](#));

– в сечениях действия динамических нагрузок (для дальнейших расчетов по программам *АСТРА-ВИБР* и *АСТРА-ДИН*);

*Линейные динамические степени свободы* расчетной модели рекомендуется размещать в следующих сечениях:

- на прямых длинных “плетях” трубопровода – несколько сечений для равномерного размещения приведенных масс.
- в сечениях перелома оси трубопровода или в центре отвода (гиба, колена);
- в сечениях, где расположены большие сосредоточенные массы оборудования (не рекомендуется приводить эти массы к другим сечениям участка);

• *Угловые степени свободы* пользователем **не задаются**, а вводятся автоматически при задании массовых моментов инерции (см. [Сосредоточенные массовые характеристики](#)) или при задании штока арматуры (см. *Панель ввода*, закладка [Детали](#)). В диалоге они показываются для справки. В случае удаления пользователем массовых моментов инерции или штока арматуры *угловые динамические степени* в том же сечении удаляются автоматически.

Если динамические степени свободы не заданы ни на одном участке модели, массы будут приведены программой только к узлам.

## Вибровоздействие

Вибровоздействие	
Вибровоздействие	4
Редактировать >>	1
Масштабный коэффициент	2
Направление воздействия	3
Отн. оси X	4
Отн. оси Y	Новое...
Отн. оси Z	0

OK Отмена

Вибровоздействие	
Вибровоздействие	4
Редактировать >>	
Масштабный коэффициент	1
Направление воздействия	Направляющий вектор
Отн. оси X	Направляющий вектор
Отн. оси Y	По биссектрисе гиба
Отн. оси Z	0

OK Отмена

Вибровоздействие	
Вибровоздействие	4
Редактировать >>	
Масштабный коэффициент	1
Направление воздействия	Направляющий вектор
Отн. оси X	0
Отн. оси Y	0
Отн. оси Z	1


OK Отмена

*Воздействие в любом сечении*

Вибровоздействие	
Вибровоздействие	3
Редактировать >>	
Масштабный коэффициент	1
Направление воздействия	По биссектрисе гиба

OK Отмена

*Воздействие в центре гиба по биссектрисе*

Из списка вибрационных воздействий, предварительно введенных для схемы в пункте [Вибрационные воздействия...](#) меню *Данные*, выбираем одно воздействие, приложенное в данном сечении, с указанием ориентации вектора вибровоздействия (задаются три координаты вектора воздействия). Для ориентации вектора вибровоздействия в середине гиба по биссектрисе угла нужно выбрать в списке соответствующий пункт. В этом случае направляющий вектор вычисляется программно. Чтобы посмотреть само вибровоздействие или его отредактировать, дважды нажмите на кнопку  пункта *Редактировать*. О редактировании вибрационных воздействий см. меню *Данные*, пункт [Вибрационные воздействия...](#).

Масштабный коэффициент задаётся для масштабирования – приведения заданного воздействия к воздействию, используемому в расчете. Амплитуда введенного воздействия программно умножаются на этот коэффициент.

## Виброизмерение

Результаты виброизмерений

№	f, Гц	U, мм	V, мм	W, мм	A, рад	B, рад	C, рад
1	1	0.2166	0.2578	0.236	0.154955	0.202578	0.447667
2	1.1	0.1545	0	0.165	0.0459756	0	0.238
3	1.2	0	0	0	0	0	0
4	1.3	0.0961	0.1523	0.151	0.0408672	0.0834384	0.102
5	1.4	0.0726	0	0.136	0.0647064	0	0.0935
6	1.5	0.049	0.2541	0.117	0.0346752	0.0401179	0.104267
7	1.6	0.0262	0	0.101	0.0335916	0	0.115033
8	1.7	0	0	0	0	0	0
9	1.8	0.0181	0.1317	0.09	0.0125388	0.0209355	0.1054
10	1.9	0.0369	0	0.07	0.0620748	0	0.0651667
11	2	0.0439	0.0925	0.059	0.0941184	0.0135187	0.0260667
12	2.1	0.0428	0	0.051	0.0639324	0	0.0374
13	2.2	0	0	0	0	0	0
14	2.3	0.051	0.0881	0.044	0.0413316	0.0106869	0.0334333
15	2.4	0.0504	0	0.037	0.0362232	0	0.0357
16	2.5	0.0521	0.0534	0.034	0.036378	0.00832699	0.0459
17	2.6	0.0525	0	0.03	0.020898	0	0.0470333
18	2.7	0	0	0	0	0	0
19	2.8	0.047	0.0476	0.0244	0.0055728	0.00603454	0.0306
20	2.9	0.0481	0	0.02	0.01548	0	0.0192667
21	3	0.0455	0.0206	0.013	0.0300312	0.00259586	0.0181333
22	3.1	0.0378	0	0.008	0.0366876	0	0.0198333
23	3.2	0	0	0	0	0	0
24	3.3	0.0315	0.0122	0.005	0.0322488	0.0018884	0.0188333

Добавить Удалить Сортировка

ОК Отмена

Описание

Трубопровод нагнетания Ду 150  
точка 1.1

График

Из файла ... В файл ...


Для оценки вибрационного напряжённо-деформированного состояния (циклической прочности с учётом высокочастотных циклов напряжений) и долговечности при неизвестных параметрах вибронагрузок, действующих на ТС, применяется процедура расчетно-экспериментального обоснования вибропрочности. Такая процедура заключается в определении расчётных вибронпряжений на основе измеренных натуральных виброперемещений ТС в её характерных точках. Измеренные виброперемещения вводятся в сечения участков и узлы модели ТС в форме амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).


Для ввода измеренных виброперемещений в форме АЧХ предусмотрена таблица *Результаты виброизмерений*, состоящая из семи столбцов:

- № – номер точки АЧХ. Заполняется автоматически при добавлении новой строки.
- $f$  – частота, Гц, действительное неотрицательное число; столбец заполняется пользователем.
- $U$ ,  $V$ ,  $W$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – проекции линейных и угловых амплитуд измеренных виброперемещений по взаимно ортогональным осям, мм и рад, действительные неотрицательные числа. Столбцы заполняются пользователем.

Введенные значения измеренных виброперемещений используются при определении значений расчётных виброперемещений для собственных частот расчетной модели с помощью линейной интерполяции.

Для ввода, редактирования и удаления значений точек АЧХ используются следующие кнопки:

- *Добавить* – добавляет строку для ввода данных сразу после строки, отмеченной курсором  (треугольник в самом левом столбце).

- *Удалить* – удаляет строку данных, отмеченную курсором ; нумерация последующих строк автоматически сдвигается.

- *Сортировка* – сортирует строки АЧХ в порядке возрастания частоты.

- *Описание* – пользователь может внести произвольный комментарий к АЧХ (заполнять необязательно). Введенный комментарий (первые 160 символов) отображается в сводной таблице по виброизмерениям как поясняющий текст.

После внесения всех изменений необходимо отсортировать значения с помощью кнопки *Сортировка*.

- *График* – кнопка позволяет изобразить введенное виброизмерение. См. также описание кнопки *График* (меню *Данные*, пункт *Сейсмическое воздействие, Спектр ответов (проекции)*).

- *Из файла...* – кнопка позволяет ввести виброизмерение из заранее подготовленного текстового файла. Файл должен состоять из произвольного числа строк, в каждой из которых задано семь чисел, разделенных пробелами:

частота проекция на X проекция на Y проекция на Z проекция вокруг X  
проекция вокруг Y проекция вокруг Z

...

частота проекция на X проекция на Y проекция на Z проекция вокруг X  
проекция вокруг Y проекция вокруг Z

Например, для АЧХ, представленной в таблице *Результаты виброизмерений*, текстовый файл выглядит следующим образом:

```
1.000000 · 0.216600 · 0.257800 · 0.236000 · 0.154955 · 0.202578 · 0.447667¶
1.100000 · 0.154500 · 0.000000 · 0.165000 · 0.045976 · 0.000000 · 0.238000¶
1.200000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000¶
1.300000 · 0.096100 · 0.152300 · 0.151000 · 0.040867 · 0.083438 · 0.102000¶
1.400000 · 0.072600 · 0.000000 · 0.136000 · 0.064706 · 0.000000 · 0.093500¶
1.500000 · 0.049000 · 0.254100 · 0.117000 · 0.034675 · 0.040118 · 0.104267¶
1.600000 · 0.026200 · 0.000000 · 0.101000 · 0.033592 · 0.000000 · 0.115033¶
1.700000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000 · 0.000000¶
1.800000 · 0.018100 · 0.131700 · 0.090000 · 0.012539 · 0.020936 · 0.105400¶
1.900000 · 0.036900 · 0.000000 · 0.070000 · 0.062075 · 0.000000 · 0.065167¶
2.000000 · 0.043900 · 0.092500 · 0.059000 · 0.094118 · 0.013519 · 0.026067¶
2.100000 · 0.042800 · 0.000000 · 0.051000 · 0.063932 · 0.000000 · 0.037400¶
```

Подгружаемые из файла данные вставляются в конец существующего списка в таблице, т.е. добавляются к имеющимся.

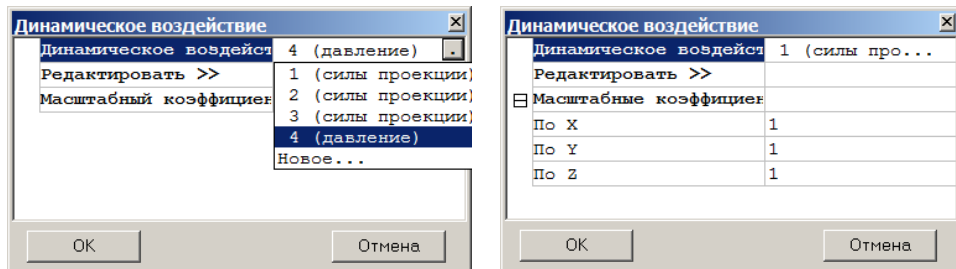
**Обратите внимание:** В текстовом файле данные о частоте содержатся в герцах, а единицы измерения линейных и угловых виброперемещений отсутствуют. Во избежание ошибок, не забудьте проверить единицы измерения, в которых заданы импортируемые измеренные виброперемещения.

- *В файл...* – кнопка позволяет экспортировать заданное виброизмерение в другой проект путем создания текстового файла, в который выведена построчно зависимость проекций амплитуд виброперемещений от времени.

Для завершения работы с диалоговым окном служат кнопки:

- *ОК* – выход из диалога с сохранением введенных данных или внесенных изменений.
- *Отмена* – выход из диалога без сохранения данных или внесенных изменений.

## Динамическое воздействие



Из списка динамических воздействий, предварительно введенных для схемы в пункте [Динамические воздействия...](#) меню *Данные*, необходимо выбрать одно воздействие, приложенное в данной точке.


Направление динамического воздействия зависит от его типа:

- заданное в виде сосредоточенных сил (проекция) не требует задания направления;

- заданное в виде сосредоточенных сил (модуль) действует по оси детали, расположенной перед сечением, в котором задано воздействие, в сторону от начала детали к её концу;

- заданное в виде динамического давления программно переводится в силовое воздействие через площадь поперечного сечения детали, примыкающей к сечению. Ориентация вектора динамического воздействия в серединегиба принимается по биссектрисе углагиба, в других сечениях – по оси детали перед сечением. Направление – по знаку давления: давление положительное, вгиба направление от центрагиба, в остальных сечениях в сторону конца участка. В случае отрицательного давления, направление воздействия меняется на противоположное описанному.

Масштабные коэффициенты задаются для масштабирования – приведения заданного воздействия к воздействию, используемому в расчете. Все значения введенного воздействия программно умножаются на эти коэффициенты.

Чтобы посмотреть само динамическое воздействие или его отредактировать, дважды нажмите на кнопку  пункта *Редактировать*. О редактировании динамических воздействий см. меню *Данные*, пункт [Динамические воздействия...](#).

## Вывод усилий в сейсмике

...	<input type="checkbox"/>	Фланец
...	<input type="checkbox"/>	Дополнительные напряжения
...	<input type="checkbox"/>	Монтажный натяг
...	<input type="checkbox"/>	Сосредоточенная нагрузка
...	<input type="checkbox"/>	Сосредоточенная масса
...	<input checked="" type="checkbox"/>	Динамич. степени свободы
...	<input type="checkbox"/>	Вибровоздействие
...	<input type="checkbox"/>	Динамическое воздействие
	<input checked="" type="checkbox"/>	Вывод усилий в сейсмике







Для сечений, отмеченных данным флажком, в специальный файл выводятся силовые факторы для каждой собственной формы колебаний в случае использования спектра ответа или для каждой точки интегрирования по времени для ответной акселерограммы. Данная информация может быть использована в дальнейшем для уточненного МКЭ-расчета элементов трубопровода (тройников, отводов, переходов, компенсаторов, косых стыков, сварных швов) на сейсмочпрочность в **АСТРА-СТАДИО**.



## Панель ввода. Закладка Детали

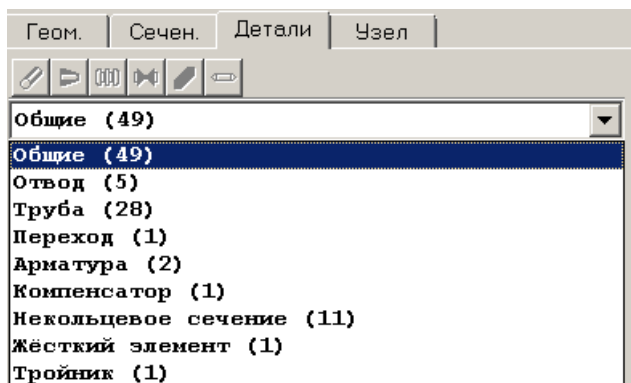
Труба (1)		
<b>Сечение</b>		
Наружный диаметр	360	мм
Толщина стенки	33	мм
Допуск на утонение	5.1	мм
Толщина изоляции	0	мм
<b>Погонный вес</b>		
Материала	0	кН/м
Продукта	0	кН/м
Изоляции	0	кН/м

Деталь, задаваемая через закладку *Детали*, может быть трубой, арматурой, компенсатором, переходом, деталью не кольцевого сечения или жёстким элементом (детали отвод и тройник задаются через панель инструментов [Редактор](#) или меню [Редактор](#)). По умолчанию деталь является трубой. Для изменения типа выбранной детали необходимо нажать кнопку с соответствующей пиктограммой. В зависимости от типа детали меняется вид закладки *Детали*. Если выбран отвод или тройник, то невозможно изменить тип детали трубопровода, кнопки выбора типа детали становятся неактивными.

-  [Труба](#)
-  [Переход](#)
-  [Компенсатор](#) (линзовый или сильфонный)
-  [Арматура](#)
-  [Не кольцевое сечение](#)
-  [Жёсткий элемент](#)

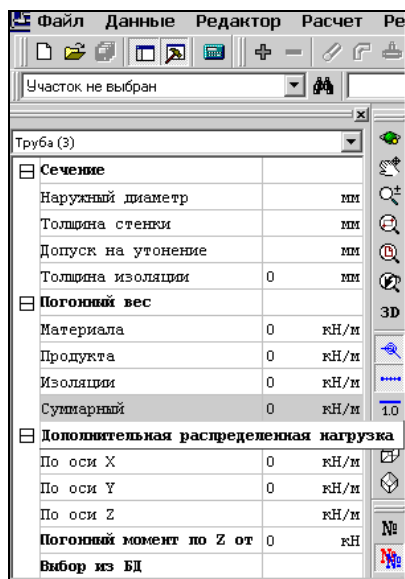
Под кнопками выбора деталей располагается список, содержащий типы и количество выбранных деталей. Количество деталей указывается в скобках рядом с типом детали.

В пункте *Общие* содержатся данные, общие для всех выбранных деталей. К таким относится: материал, параметры для расчёта циклической прочности, воздействия, условия работы, данные изоляции, коэффициенты, данные бесканальной прокладки в грунте. Все параметры пункта *Общие* повторяют соответствующие пункты доступные для конкретных типов деталей из списка.



Вид закладки *Детали* будет меняться в соответствии с выбранным из списка типом детали. Задание и редактирование параметров деталей осуществляется для всего набора выбранных деталей одного типа, или для всех выбранных деталей в случае выбора пункта *Общие*.

Если элементы одного типа имеют разные значения одного и того же параметра, соответствующее поле на панели ввода будет пустым. Для изменения значения параметра в выбранных элементах введите новое значение в соответствующее поле ввода.



Наружный диаметр	325	мм
------------------	-----	----

Выбор деталей выполняется в режимах *Выбор деталей* или *Выбор участков* нажатием левой клавишей мыши на нужном элементе трубопровода. Для

исключения отмеченного элемента из выбора следует щёлкнуть по нему, удерживая нажатой клавишу **Ctrl**. Для массового выбора деталей можно использовать режим *Расширенный выбор*, позволяющий выбирать детали с помощью рамки (см. [Выбор деталей](#), [Выбор участков](#), [Расширенный выбор](#)) Для полной отмены выбранных фрагментов можно воспользоваться пунктом [Отменить выбор](#) меню Редактор или нажатием клавиши **Esc**.

## Труба

Геом.		Сечен.		Детали		Узел	
<div> </div>							
<b>Труба (1)</b>							
<input type="checkbox"/> <b>Сечение</b>							
Наружный диаметр		530		мм			
Толщина стенки		25		мм			
Минусовый допуск на толщину стенки		0		мм			
Технологическая прибавка		0		мм			
Прибавка на коррозию		0		мм			
Скорость коррозии		0		мм/год			
Толщина изоляции		0		мм			
<input type="checkbox"/> <b>Погонный вес</b>							
Материала		3.0937		кН/м			
Продукта		0		кН/м			
Изоляции		0.7053		кН/м			
Суммарный		4.24943		кН/м			
<input type="checkbox"/> <b>Дополнительная распределенная нагрузка</b>							
По оси X		0		кН/м			
По оси Y		0		кН/м			
По оси Z		0		кН/м			
Погонный момент по Z от неравномерного		0		кН			
Выбор из БД		>>					

Вид панели *Труба* зависит от выбранных норм расчёта (см. также [Общие данные](#), меню Данные)

- **Сечение** – задаются характеристики поперечного сечения трубы:
  - *Наружный диаметр* – номинальный наружный диаметр трубы, действительное положительное число, мм (см). В случае проведения расчёта по **АСТРА-ДЕТАЛЬ** с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру ( $D_y$ )*, вводится условный диаметр трубы.
  - *Толщина стенки* – номинальная толщина стенки трубы, мм (см), действительное положительное число.
  - *Толщина изоляции* – действительное число, мм (см), большее или равное нулю. Учитывается при вычислении погонного веса изоляции и для грунтовых участков трубопровода при определении наружного диаметра кожуха изоляции.

Остальные параметры пункта *Сечение* зависят от выбранных норм расчёта:

**АСТРА-АЭС, АСТРА-ТЭС, АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94), АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01), АСТРА-МАГИСТР, АСТРА-СУДПРОМ**

Допуск на утонение	0	мм
--------------------	---	----

• *Допуск на утонение* – параметр задаётся для **АСТРА-АЭС, АСТРА-ТЭС, АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94), АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01), АСТРА-МАГИСТР, АСТРА-СУДПРОМ** – допуск (прибавка) на утонение стенки трубы, мм (см), действительное неотрицательное число.

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**

Минусовый допуск на толщину стенки	0	мм
Технологическая прибавка	0	мм
Прибавка на коррозию	0	мм
Скорость коррозии	0	мм/год

**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**

Минусовый допуск на толщину стенки	0	мм
Технологическая прибавка	0	мм
Прибавка на коррозию	0	мм
Скорость внутренней коррозии	0	мм/год
Скорость наружной коррозии	0	мм/год

**АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013)**

Минусовый допуск на толщину стенки	0	мм
Технологическая прибавка	0	мм
Прибавка на коррозию	0	мм
Прибавка дополнительная	0	мм

**АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)**

Минусовый допуск на толщину стенки	0	мм
Технологическая прибавка	0	мм
Прибавка на коррозию	0	мм
Прибавка дополнительная	0	мм
Минусовый допуск на изготовление по толщине	0	%
Плюсовый допуск на изготовление по наружному	0	%

- *Минусовый допуск на толщину стенки* – параметр задаётся для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**, **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**, **АСТРА-СВД**, допуск на минимальную толщину стенки заготовки, мм (см), действительное неотрицательное число.

- *Технологическая прибавка* – параметр задаётся для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**, **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**, **АСТРА-СВД**, допуск на максимальное утонение при технологических операциях, мм (см), действительное неотрицательное число.

- *Прибавка на коррозию* – параметр задаётся для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**, **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**, **АСТРА-СВД**, прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм (см), действительное неотрицательное число.

- *Прибавка дополнительная* – параметр задаётся для **АСТРА-СВД**, дополнительная прибавка, учитывающая остальные факторы, снижающие толщину стенки трубы, мм (см), действительное неотрицательное число.

- *Скорость коррозии* – параметр задаётся для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**, скорость коррозии стенки трубы по её поверхностям суммарная, мм/год, действительное неотрицательное число.

- *Скорость внутренней коррозии* – параметр задаётся для **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**, скорость коррозии стенки трубы по её внутренней поверхности, мм/год, действительное неотрицательное число.


- *Скорость наружной коррозии* – параметр задаётся для **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**, скорость коррозии стенки трубы по её наружной поверхности, мм/год, действительное неотрицательное число.

- *Минусовый допуск на изготовление по толщине стенки* – параметр задаётся для **АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)**, минусовый допуск на изготовление по толщине стенки  $\delta_1$ , % действительное, неотрицательное число.

- *Плюсовый допуск на изготовление по наружному диаметру* – параметр задаётся для **АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)**, плюсовый допуск на изготовление по наружному диаметру  $\delta_2$ , % действительное, неотрицательное число.

<input type="checkbox"/> <b>Погонный вес</b>	
Материала	0.1022202 кН/м
Продукта	0 кН/м
Изоляции	0 кН/м
Суммарный	0.1124422 кН/м

• *Погонный вес (материала трубы, продукта, изоляции, суммарный)* – действительные числа, кН/м (кг/см), большие или равные нулю. Вычисление погонного веса материала (продукта, изоляции) может осуществляться

автоматически. Для этого нажмите на кнопку , находящуюся справа от поля ввода. Если эта кнопка в поле ввода отсутствует, то для её визуализации укажите левой клавишей мыши поле названия или поле ввода параметра. При этом появляется окно в соответствии с рассчитываемым параметром:

**Погонный вес матер...**

Плотность материала трубы  т/м<sup>3</sup>

**Погонный вес продук...**

Плотность продукта  т/м<sup>3</sup>

**Погонный вес изоля...**

Плотность изоляции  т/м<sup>3</sup>

Необходимо ввести *Плотность материала трубы (продукта, изоляции)* и нажать кнопку *OK*. Если не следует изменять имевшееся значение погонных весов, нажмите кнопку *Отмена*.

Внимание! При изменении геометрических параметров (наружный диаметр, толщина стенки) погонные веса материала, продукта, изоляции не пересчитываются автоматически.

Погонный вес и проекция *дополнительной распределенной нагрузки* (см. ниже) на ось *Z* используется для вычисления вертикальной составляющей распределенной нагрузки, которая равна:

$$(-k_{\text{мат}} q_{\text{мат}} - k_{\text{пр}} q_{\text{пр}} - k_{\text{изо}} q_{\text{изо}}) + q_3$$

где:

$k_{\text{мат}}, k_{\text{пр}}, k_{\text{изо}}$  – коэффициенты перегрузки;

$q_{\text{мат}}, q_{\text{пр}}, q_{\text{изо}}$  – соответственно погонные веса металла трубопровода, продукта (среды) и изоляции, кН/м (кг/см);

$q_3$  – проекция распределенной (“дополнительной”) нагрузки на ось *Z*, кН/м (кг/см).

Коэффициенты перегрузки задаются в *Панели ввода*, закладка *Детали*, список *Общие*, пункт [Коэффициенты](#), либо непосредственно в том же пункте текущей закладки.

• *Дополнительная распределенная нагрузка* – в дополнительную распределенную нагрузку можно включить нагрузку не от веса материала трубы, изоляции и среды. Примерами могут быть снеговая, гололедная и ветровая нагрузки, задаваемые по 3-м направлениям глобальных осей *X, Y, Z*. Величины снеговой, гололедной и ветровой нагрузок регламентируются соответствующими разделами [24] (*АСТРА-МАГИСТР*), РТМ 38.001-94 (таблица 2.1), ГОСТ 32388-2013 (таблица 6.1) (*АСТРА-НЕФТЕХИМ*) и (или) РД 10-400-01 (таблица 2.1), ГОСТ Р 55596-2013

(таблица 6.1) (**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ**). Для **АСТРА-АЭС**, **АСТРА-ТЭС**, **АСТРА-СВД**, **АСТРА-СУДПРОМ** эти нагрузки нормами никак не регламентированы.

- *Погонный момент по Z от неравномерного прогрева* – погонный момент от неравномерного прогрева по высоте сечения трубы (например, для стратифицированных течений). Действует в вертикальной плоскости. Задается для горизонтальных участков трубопроводов, кН·м/м (кг·см/м).

- *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по трубам (см. [Базы данных по трубам](#)).

- *Кольца жёсткости* – учёт усиления трубы кольцами жёсткости, дополнительный пункт для норм ГОСТ 32388-2013 (**АСТРА-НЕФТЕХИМ**)

<input type="checkbox"/> Кольца жёсткости	Да	
Расстояние между осями колец ж	0	мм
Ширина поперечного сечения кол	0	мм
Площадь поперечного сечения ко	0	м <sup>2</sup>
Момент инерции поперечного сеч	0	м <sup>4</sup>
Расстояние между центром тяжес	0	мм
Коэффициент прочности сварных	1	

- *Расстояние между осями колец жёсткости* – действительное неотрицательное число, мм (м)

- *Ширина поперечного сечения кольца жесткости в месте его приварки к трубе* – действительное неотрицательное число, мм (м)

- *Площадь поперечного сечения кольца жесткости* – действительное неотрицательное число, мм<sup>2</sup> (м<sup>2</sup>)

- *Момент инерции поперечного сечения кольца жесткости относительно оси, проходящей через центр тяжести* – действительное неотрицательное число, мм<sup>4</sup> (м<sup>4</sup>)

- *Расстояние между центром тяжести поперечного сечения кольца жесткости и срединной поверхностью сечения трубы* – действительное неотрицательное число, мм (м)

- *Коэффициент прочности сварных швов колец жесткости* – действительное неотрицательное число меньше или равное 1.

- *Проверка устойчивости* – проверка общей и местной устойчивости трубопровода, дополнительный пункт для норм ГОСТ 32388-2013 (**АСТРА-НЕФТЕХИМ**) и ГОСТ Р 55596-2013 (**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ**)

<input type="checkbox"/> Проверка устойчивости		
Эффективная длина трубы	0	мм
Коэффициент запаса продольной усто	1	
Коэффициент запаса местной устойчи	2.4	
Коэффициент запаса местной устойчи	1.8	

- *Эффективная длина трубы* – действительное неотрицательное число, мм (м);

- *Коэффициент запаса продольной устойчивости* – действительное число большее или равное 1.
- *Коэффициент запаса местной устойчивости* – действительное число большее или равное 1.
- *Коэффициент запаса местной устойчивости в режиме испытаний и сейсмики* – действительное неотрицательное число большее или равное 1.
- *Местная устойчивость* – устойчивость формы поперечных сечений трубопровода, дополнительный пункт для норм ГОСТ Р 55989-2014 и ГОСТ Р 55990-2014 (**АСТРА-МАГИСТР**)

<input type="checkbox"/> <b>Местная устойчивость</b>	
Предельно допустимая изгибная дефо	0
Начальная овальность сечений труб	0 %

- *Предельно допустимая изгибная деформация* – действительное неотрицательное число.
- *Начальная овальность сечений труб* – действительное неотрицательное число, (%).
- *Общая устойчивость* – проверка общей устойчивости трубопроводов дополнительный пункт для норм ГОСТ Р 55989-2014 и ГОСТ Р 55990-2014 (**АСТРА-МАГИСТР**), задаётся для труб в грунте, пункт активен при задании параметра [Бесканальная прокладка в грунте](#).

<input type="checkbox"/> <b>Общая устойчивость</b>	
Коэффициент запаса общей устойчивости	1
Коэффициент учёта высоты засыпки	0

- *Коэффициент запаса общей устойчивости* – действительное число большее или равное 1.
- *Коэффициент учёта высоты засыпки* – действительное число большее или равное 1
- *Упругий изгиб* – учёт дополнительных осевых изгибных напряжений в трубопроводе от его упругого изгиба дополнительный пункт для норм ГОСТ Р 55989-2014 и ГОСТ Р 55990-2014 (**АСТРА-МАГИСТР**), задаётся для труб в грунте, пункт активен при задании параметра [Бесканальная прокладка в грунте](#)

<input type="checkbox"/> <b>Упругий изгиб</b>	
Заданный радиус кривизны оси трубы	0 мм

- *Заданный радиус кривизны оси трубопровода* – действительное неотрицательное число, мм (м).
- *Горные выработки* – учёт дополнительных осевых растягивающих напряжений в трубопроводе вызываемых горизонтальными деформациями грунта от горных выработок, дополнительный пункт для норм ГОСТ Р 55989-2014 и ГОСТ Р 55990-2014 (**АСТРА-МАГИСТР**), задаётся для труб в грунте, пункт активен при задании параметра [Бесканальная прокладка в грунте](#)



<input checked="" type="checkbox"/> Горные выработки	Да	
Длина участка однозначных деформаций	0	мм
Максимальное сдвигание земной поверхности	0	мм
Перемещение, соответствующее наступлению	0	мм
Длина участка деформации трубопровода	0	мм

• *Горные выработки* – признак наличия горных выработок для детали трубопровода.

• *Длина участка однозначных деформаций земной поверхности в полумульде сдвигания, пересекаемого трубопроводом* – действительное положительное число, мм (м).

• *Максимальное сдвигание земной поверхности в полумульде, пересекаемой газопроводом* – действительное положительное число, мм (м).

• *Перемещение, соответствующее наступлению предельного значения* – действительное положительное число, мм (м).

• *Длина участка деформации газопровода с учетом его работы за пределами муфты сдвигания* – действительное положительное число, мм (м).

• *Проверка овальности* – проверка овальности сечений трубопровода дополнительный пункт для норм ГОСТ Р 55989-2014 и ГОСТ Р 55990-2014 (*АСТРА-МАГИСТР*), задаётся для труб в грунте, пункт активен при задании параметра [Бесканальная прокладка в грунте](#)

<input checked="" type="checkbox"/> Проверка овальности	
Овальность, допускаемая из условия	0 %

• *Овальность, допускаемая из условия прохождения ВТУ* – овальность, допускаемая из условия прохождения внутритрубных устройств, действительное неотрицательное число, (%).

Результаты проверки овальности доступны в меню *Данные*, пункт [Визуализация исходных данных...](#), параметр *Проверка овальности*.

*Проверка овальности* – проверяется овальность трубопровода после его укладки и засыпки. Для проведения проверки необходимо задание следующих исходных данных: номинальные диаметр и толщина стенки, модуль упругости в рабочем состоянии, коэффициент Пуассона, плотность грунта, высота засыпки, угол между основанием и откосом траншеи, коэффициент, учитывающий уменьшение плотности грунта засыпки по сравнению с грунтом ненарушенной структуры, тип грунта сверху. Для справки там же можно отобразить параметр *Значение овальности*, являющееся расчётным и полученное при проверке.

Результатом проверки является определённый статус деталей: «*Проходит*» и «*Не проходит*». Если овальность не вычислена, могут выдаваться следующие диагностические сообщения:

«*Не труба*» – проверка овальности осуществляется только в прямых трубах;

«*Нет грунта*» – труба не в грунте (см. [Бесканальная прокладка в грунте](#));

«*Ошибка в исх. данных*» – не заданы какие-либо данные, перечисленные в списке исходных в описании выше;

• *Автофретирование* – учёт автофретирования (автоскрепления) деталей трубопровода, дополнительный пункт для норм ГОСТ Р 55600-2013 (*АСТРА-СВД*)

<input checked="" type="checkbox"/> Автофретирование	Да
Давление автофретирования	600 МПа

- *Автофретирование* – признак проведения автофретирования для детали.
- *Давление автофретирования* – расчетное давление автофретирования,

МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное число.

Результаты проверки необходимости автофретирования и выбор оптимального давления автофретирования доступны в меню *Данные*, пункт *Визуализация исходных данных...*, параметры *Необходимость проведения автофретирования* и *Оптимальное давление автофретирования*.

Описание остальных пунктов см. *Панель ввода, Общие данные деталей*.

*Необходимость проведения автофретирования* – проверяется необходимость автофретирования деталей. Для проведения проверки необходимо задание следующих исходных данных: номинальные диаметр и толщина стенки, расчётное давление, давление испытаний, минимальные значения временного сопротивления и предела текучести при расчётной температуре, минимальное значение предела текучести при холодной температуре. Давление испытаний должно быть больше, чем рабочее давление.

Результатом проверки является определённый статус деталей: «Требуется» и «Не требуется». Если давление автофретирования не вычислено, могут выдаваться следующие диагностические сообщения:

«*Пластика по всей толщине*» – пластические деформации в детали от действия давления по всему сечению детали (радиус текучести равен наружному радиусу);

«*Ошибка в исх. данных*» – не заданы какие-либо данные, перечисленные в списке исходных в описании выше;

*Оптимальное давление автофретирования* – вычисляется оптимальное давление автофретирования. Для его вычисления необходимо задание следующих исходных данных: номинальные диаметр и толщина стенки, радиус гиба (для гибов), расчётное давление, давление испытаний, минимальные значения временного сопротивления и предела текучести при расчётной температуре, предел текучести при холодной температуре, относительное сужение поперечного сечения образца при холодной температуре, модуль упругости в холодном состоянии; наружная температура стенки, коэффициент Пуассона, модуль упругости в рабочем состоянии, коэффициент линейного температурного расширения. Давление испытаний должно быть больше, чем рабочее давление.

Результатом является вычисленное оптимальное давление автофретирования. Если автофретирование не требуется, деталь имеет статус «Не требуется». Если давление автофретирования не вычислено, могут выдаваться следующие диагностические сообщения:

«*Пластика по всей толщине*» – пластические деформации в детали от действия давления по всему сечению детали (радиус текучести равен наружному радиусу);

«*Ошибка в исх. данных*» – не заданы какие-либо данные, перечисленные в списке исходных в описании выше;

См. также меню *Редактор*, [Вставить трубу](#), Базы данных, пункт [База данных по трубам](#).

## Отвод

Геом.		Сечен.		Детали		Узел	
Отвод (1)							
<input type="checkbox"/> <b>Характеристики отвода</b>							
Радиус	500	мм					
Тип отвода	Секторные с углом...						
Начальная эллиптичность	0	%					
Угол скоса секторного отвода	22.5	град					
Тип стыковки	На сварке						
<input type="checkbox"/> <b>Сечение</b>							
Наружный диаметр	530	мм					
Толщина стенки	25	мм					
Минусовый допуск на толщину с	0	мм					
Технологическая прибавка	0	мм					
Прибавка на коррозию	0	мм					
Скорость коррозии	0	мм/год					
Толщина изоляции	0	мм					
<input type="checkbox"/> <b>Погонный вес</b>							
Материала	3.0937	кН/м					
Продукта	0	кН/м					
Изоляции	0.7053	кН/м					
Суммарный	4.24943	кН/м					
<input type="checkbox"/> <b>Дополнительная распределенная</b>							
Выбор из БД	>>						

<input type="checkbox"/> <b>Характеристики отвода</b>	
Радиус	550 мм
Тип отвода	Гнутый, с-с

• *Характеристики отвода* – задание характеристик отвода. Вид пункта зависит от используемых норм расчёта (см. также [Общие данные](#), меню *Данные*):

• *Радиус* – радиус отвода, положительное действительное число. Радиус может задаваться как в мм (см), так и, при вставке отвода, в долях наружного диаметра отвода (см. меню *Редактор*, пункт [Отвод](#));

Остальные параметры пункта *Характеристики отвода* зависят от выбранных норм расчёта:

• *Начальная эллиптичность* (для **АСТРА-АЭС**, **АСТРА-ТЭС**, **АСТРА-НЕФТЕХИМ**, **АСТРА-СУДПРОМ**) – значение начальной эллиптичности сечения криволинейной трубы в %, действительное неотрицательное число.

• *Тип отвода* – параметр задаётся для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**, **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ**, **АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55989-2014 и ГОСТ 55990-2014)**, **АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013)**.

**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01):**

- *и., с-с* – гнутые и крутоизогнутые, стыковка с трубами на сварке;
- *и., ф-ф* – гнутые и крутоизогнутые, стыковка с трубами на фланцах;
- *и., с-ф* – гнутые и крутоизогнутые, стыковка на сварке и на фланцах;
- *с., с-с* – секторные нормализованные, стыковка с трубами на сварке;
- *ш1., с-с* – штампосварные со швами в плоскости кривизны, стыковка с трубами на сварке;
- *ш1., ф-ф* – штампосварные со швами в плоскости кривизны, стыковка с трубами на фланцах;
- *ш1., с-ф* – штампосварные со швами в плоскости кривизны, стыковка с трубами на сварке и на фланцах;
- *ш2., с-с* – штампосварные со швами из плоскости кривизны, стыковка с трубами на сварке;
- *ш2., ф-ф* – штампосварные со швами из плоскости кривизны, стыковка с трубами на фланцах;
- *ш2., с-ф* – штампосварные со швами из плоскости кривизны, стыковка с трубами на сварке и на фланцах.

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013), АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013):**

- *Гнутые и крутоизогнутые;*
- *Секторные с углом скоса меньше или равным 22.5 град;*
- *Штампосварные со сварными швами в плоскости кривизны;*
- *Штампосварные со сварными швами по нейтральной линии;*

**АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55989-2014 и ГОСТ 55990-2014):**

- *Холодногнутый;*
- *Другой.*

**АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013):**

- *гнутый, не отпущенный* – отвод, согнутый из прямой трубы;
- *другой* – отводы остальных типов.

• *Тип стыковки отвода* – конструкция стыка отвода с примыкающими к нему деталями. Задаётся для **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013), АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**. Для **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01)** тип стыковки отвода учтён в параметре *Тип отвода*.

- *На сварке* – оба торца отвода стыкуются на сварке;
- *На фланцах* – оба торца отвода стыкуются на фланцах;
- *На сварке и на фланцах* – один торец отвода стыкуется на сварке, другой на фланцах.

• *Угол скоса секторного отвода* – действительное неотрицательное число, град, задаётся для типа отвода *Секторные с углом скоса меньше или равным 22.5 град* при расчёте по **АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013), АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**.

• *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по отводам (см. [Базы данных по отводам](#)).

• *Проверка устойчивости* – проверка общей и местной устойчивости трубопровода, дополнительный пункт для норм ГОСТ 32388-2013 (**АСТРА-НЕФТЕХИМ**) и ГОСТ Р 55596-2013 (**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ**)

<input type="checkbox"/> <b>Проверка устойчивости</b>	
Коэффициент запаса местной у	2.4

• *Коэффициент запаса местной устойчивости* – действительное число большее или равное 1.


Описание пунктов *Сечение*, *Погонный вес*, *Дополнительная распределенная нагрузка*, *Автофретирование* см. *Панель ввода*, закладка *Детали*, [Труба](#).

Описание остальных пунктов см. *Панель ввода*, [Общие данные деталей](#).

См. также меню *Редактор*, пункт [Вставить отвод](#).

## Переход

Переход (1)		
Тип	Концентрический	
<input type="checkbox"/> <b>Наружный диаметр</b>		
Начальный	107	мм
Конечный	50	мм
<input type="checkbox"/> <b>Толщина стенки</b>		
Начальная	7	мм
Конечная	7	мм
<input type="checkbox"/> <b>Утонение стенки</b>		
Допуск на утонение	0	мм
Толщина изоляции	0	мм
<input type="checkbox"/> <b>Вес</b>		
Материала	5	кН
Продукта	0	кН
Изоляции	0	кН
<input type="checkbox"/> <b>Дополнительная распреде</b>		
Выбор из БД	>>	

- *Тип* – тип перехода
  - *Концентрический*;
  - *Эксцентрический*;
- *Наружный диаметр* – номинальный наружный диаметр, действительное положительное число, мм (см). В случае проведения расчёта по **АСТРА-ДЕТАЛЬ** с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки* из БД по условному диаметру ( $D_y$ ), вводится начальный условный диаметр перехода
  - *Начальный* – в начале перехода.
  - *Конечный* – в конце перехода.
- *Толщина стенки* – номинальная толщина стенки, действительное положительное число, мм (см).
  - *начальная* – в начале перехода;
  - *конечная* – в конце перехода.
- *Вес (материала, изоляции, продукта)* – действительные неотрицательные числа, кН (кг). Вычисление погонного веса материала (продукта, изоляции) может осуществляться автоматически. Для этого нажмите на кнопку , находящуюся справа от поля ввода (см. также см. *Панель ввода*, закладка *Детали*, [Труба](#)). При расчёте используется суммарное значение веса перехода, которое равно:

$$k_{\text{мат}} Q_{\text{мат}} + k_{\text{изо}} Q_{\text{изо}} + k_{\text{пр}} Q_{\text{пр}}$$

где:

$k_{\text{мат}}$ ,  $k_{\text{изо}}$ ,  $k_{\text{пр}}$  – коэффициенты перегрузки;

$Q_{\text{мат}}$ ,  $Q_{\text{изо}}$ ,  $Q_{\text{пр}}$  – веса материала, изоляции, продукта соответственно, кН (кг).

Коэффициенты перегрузки задаются в *Панели ввода*, закладка *Детали*, список *Общие*, пункт [Коэффициенты](#), либо непосредственно в том же пункте текущей закладки.

- *Дополнительная распределенная нагрузка* – в дополнительную распределенную нагрузку можно включить нагрузку не от веса материала трубы, изоляции и среды. Примерами могут быть снеговая, гололедная и ветровая нагрузки, задаваемые по 3-м направлениям глобальных осей *X*, *Y*, *Z*. Величины снеговой, гололедной и ветровой нагрузок регламентируются соответствующими разделами [24] (**АСТРА-МАГИСТР**), РТМ 38.001-94 (таблица 2.1), ГОСТ 32388-2013 (таблица 6.1) (**АСТРА-НЕФТЕХИМ**) и (или) РД 10-400-01 (таблица 2.1), ГОСТ Р 55596-2013 (таблица 6.1) (**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ**). Для **АСТРА-АЭС**, **АСТРА-ТЭС**, **АСТРА-СВД**, **АСТРА-СУДПРОМ** эти нагрузки нормами никак не регламентированы.

- *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по переходам (см. [Базы данных по переходам](#)).

Описание пунктов *Утонение стенки*, *Толщина изоляции*, *Дополнительная распределенная нагрузка*, см. *Панель ввода*, закладка *Детали*, [Труба](#), пункта *Устойчивость* см. *Панель ввода*, закладка *Детали*, [Отвод](#).

Описание остальных пунктов см. *Панель ввода*, [Общие данные деталей](#).

## Компенсатор (линзовый/сильфонный)

Геом.		Сечен.		Детали		Узел	
Компенсатор (1)							
Тип		Общего вида					
<input type="checkbox"/> Жёсткости		>>					
На изгиб вокруг X'		1248.731	кН*м/рад				
На изгиб вокруг Y'		1248.731	кН*м/рад				
На кручение		960.5623	кН*м/рад				
На растяжение		333	кН/м				
На сдвиг по X'		374853.6	кН/м				
На сдвиг по Y'		374853.6	кН/м				
Угол поворота локальных		0	град				
Эффективная площадь		0	м^2				
Предварительный натяг		0	мм				
<input type="checkbox"/> Вес							
Материала		0.70632	кН				
Продукта		0	кН				
Изоляции		0	кН				
<input type="checkbox"/> Дополнительная распреде:							
<input type="checkbox"/> Допускаемые перемещения							
Осевой ход		140	мм				
Сдвиг		0	мм				
Угол		0	рад				
Диаметр кожуха изоляции		0	мм				
Выбор из БД		>>					

- Тип компенсатора:

- *Общего вида* – компенсатор, значения жесткостей которого задаются пользователем.

- *Осевой* – компенсатор, позволяющий скомпенсировать осевые (вдоль оси трубы) перемещения трубопровода. В осевом компенсаторе задается жесткость на растяжение-сжатие.


- *Угловой* – компенсатор, позволяющий скомпенсировать угловые (вокруг осей, перпендикулярных оси трубы) перемещения трубопровода. В компенсаторе задаются угловые жесткости вокруг локальных осей  $X'$  и  $Y'$ .

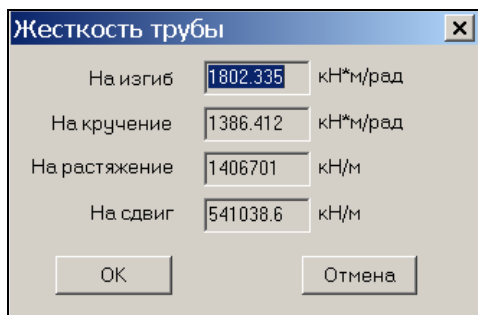
- *Сдвиговой* – компенсатор, позволяющий скомпенсировать сдвиговые (поперёк оси трубы) перемещения трубопровода. В компенсаторе задаются 2 сдвиговые жесткости вдоль локальных осей  $X'$  и  $Y'$ .

- *Жёсткости компенсатора* – величины жесткости на изгиб (вокруг осей  $X'$  и  $Y'$ ), кН·м/рад (кг·см/рад), на кручение (вокруг оси  $Z'$ ), кН·м/рад (кг·см/рад), на растяжение-сжатие (вдоль оси  $Z'$ ), кН/м (кг/см), на сдвиг (вдоль осей  $X'$  и  $Y'$ ) кН/м (кг/см).

Задание величин жесткостей позволяет также имитировать линзовые и сильфонные компенсаторы со стяжками и лапами, компенсаторы, позволяющие

скомпенсировать угловые и/или сдвиговые перемещения только в одной плоскости, универсальные компенсаторы и пр.

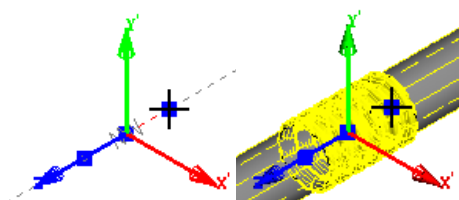
Если известны соответствующие нормативные жесткости компенсатора, то их следует задать в полях ввода. Остальные значения жесткостей следует задавать равными соответствующим значениям для примыкающих труб. Для вычисления жесткостей примыкающих труб предназначена кнопка , находящаяся правее поля с заголовком *Жёсткости компенсатора*.



Жесткость трубы	
На изгиб	1802.335 кН*м/рад
На кручение	1386.412 кН*м/рад
На растяжение	1406701 кН/м
На сдвиг	541038.6 кН/м
<div> <div>OK</div> <div>Отмена</div> </div>	

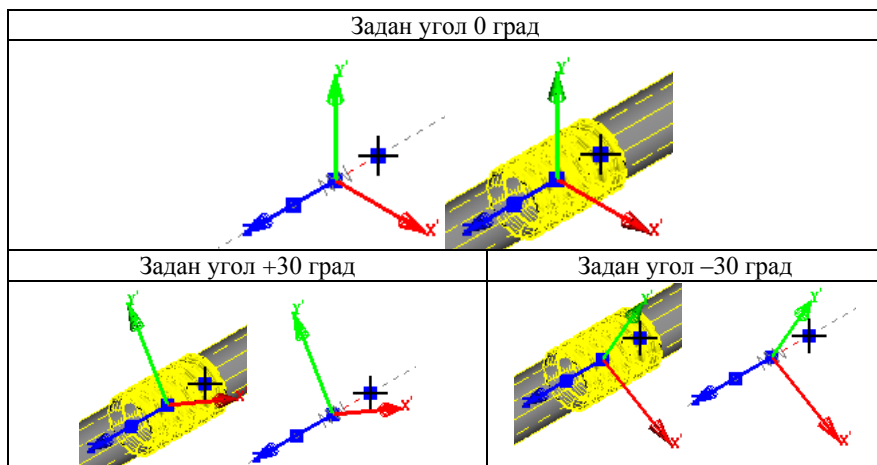
Если отсутствуют данные о требуемых жесткостях и есть возможность провести замеры, то, если компенсатор осевой (компенсирует только взаимные осевые перемещения), его жесткость  $K_o$  определяется как осевая нагрузка кН (кг), вызывающая единичное перемещение м (см). Таким образом, по данным замеров  $K_o$  определяется как отношение осевой силы, приложенной к компенсатору, к вызванному ею осевому перемещению. Аналогичным образом определяются и характеристики угловых (моменты – углы поворота) и сдвиговых (поперечные силы – перемещение) компенсаторов.

- Угол поворота локальных осей вокруг  $Z'$  – при использовании локальной системы координат задайте, если необходимо, угол поворота локальных осей  $X'$  и  $Y'$  компенсатора вокруг его локальной оси  $Z'$ , град, в диапазоне от  $-180$  до  $+180$  град. При вводе значения угла ЛСК, поворот компенсатора осуществляется вокруг оси  $Z'$ . При вводе положительного значения угла поворота, локальные оси  $X'$ , и  $Y'$  поворачиваются вокруг оси  $Z'$  в сторону от  $X'$  к  $Y'$ , отрицательного – в сторону от  $Y'$  к  $X'$ . Задаётся для учёта поворота компенсатора (с разными угловыми жесткостями по осям  $X'$ , и  $Y'$ ) вокруг оси трубопровода. Угол поворота компенсатора визуализируется дополнительными осями ЛСК детали, оси которой параллельны осям ЛСК сечения конца детали при нулевом значении параметра *Угол ЛСК*. Для показа ЛСК компенсатора необходимо выделить его мышью.





При вводе значения угла поворота компенсатора вокруг локальных осей, его поворот осуществляется вокруг оси  $Z'$ . При вводе положительного значения угла поворота, локальные оси  $X'$  и  $Y'$  поворачиваются вокруг оси  $Z'$  в сторону от  $X'$  к  $Y'$ , отрицательного – в сторону от  $Y'$  к  $X'$



- *Эффективная площадь* – значение, отличное от нуля задаётся для незгруженных компенсаторов, действительное неотрицательное число,  $m^2$ .
- *Вес (материала, изоляции, продукта)* – действительные неотрицательные числа, кН (кг). При расчете используется суммарное значение веса компенсатора, которое равно:

$$k_{\text{мат}} Q_{\text{мат}} + k_{\text{изо}} Q_{\text{изо}} + k_{\text{пр}} Q_{\text{пр}}$$

где:

$k_{\text{мат}}, k_{\text{изо}}, k_{\text{пр}}$  – коэффициенты перегрузки,

$Q_{\text{мат}}, Q_{\text{изо}}, Q_{\text{пр}}$  – веса материала, изоляции, продукта соответственно, кН (кг).

- *Дополнительная распределенная нагрузка* – в дополнительную распределенную нагрузку можно включить нагрузку не от веса материала трубы, изоляции и среды. Примерами могут быть снеговая, гололедная и ветровая нагрузки, задаваемые по 3-м направлениям глобальных осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Величины снеговой, гололедной и ветровой нагрузок регламентируются соответствующими разделами [24] (*АСТРА-МАГИСТР*), РТМ 38.001-94 (таблица 2.1), ГОСТ 32388-2013 (таблица 6.1) (*АСТРА-НЕФТЕХИМ*) и (или) РД 10-400-01 (таблица 2.1), ГОСТ Р 55596-2013 (таблица 6.1) (*АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ*). Для *АСТРА-АЭС*, *АСТРА-ТЭС*, *АСТРА-СВД*, *АСТРА-СУДПРОМ* эти нагрузки нормами никак не регламентированы.

- *Расчет напряжений* – если выбран осевой, угловой или сдвиговой компенсатор, то становится активным пункт *Расчет напряжений*. В поле пункта *Расчет напряжений* выбирается уточнение типа компенсатора:

Для типов *Осевой*, *Угловой* и *Сдвиговой*:

- *Сильфонный*;
- *Линзовый*.

Для типа *Сдвиговой* могут быть выбраны также:

- Сильфонный с промежуточной вставкой;
- Линзовый с промежуточной вставкой.

После уточнения типа компенсатора следует задать геометрические параметры компенсатора. Расчёт проводится по [3, 5].

Компенсатор (1)	
Тип	Осевой
Жёсткости	>>
Эффективная площадь	0 м^2
Предварительный натяг	0 мм
Вес	
Дополнительная распредел	
Расчёт напряжений по РД	Сильфонный
Наружный диаметр	330 мм
Внутренний диаметр	252 мм
Толщина стенки	11 мм
Ширина гофра	51 мм
Количество гофров	4
Допускаемые перемещения	
Осевой ход	140 мм
Диаметр кожуха изоляции	0 мм
Выбор из БД	>>

- *Наружный диаметр* – наружный диаметр линзы (гофра), действительное положительное число, мм (см).
  - *Внутренний диаметр* – внутренний диаметр линзы (гофра), действительное положительное число, мм (см).
  - *Толщина стенки* – толщина стенки линзы (гофра), действительное положительное число, мм (см).
  - *Ширина гофров* – ширина гофров, действительное положительное число, мм (см).
  - *Количество гофров* – целое положительное число.
  - *Допускаемые перемещения* – величины осевых, мм (м), сдвиговых мм (м), угловых град (рад) допускаемых статических взаимных перемещений торцов компенсатора, действительные числа. Набор задаваемых параметров зависит от выбранного типа компенсатора.
  - *Диаметр кожуха изоляции (для б/к прокладки)* – диаметр кожуха изоляции компенсатора, мм, задаётся для линзовых/сильфонных компенсаторов, находящихся в грунте (см. также закладка *Детали*, пункт [Бесканальная прокладка в грунте](#)), неотрицательное число.
  - *Выбор из БД* – при нажатии кнопки в данном поле подключается база данных по компенсаторам (см. [Базы данных по компенсаторам](#)).
- Описание остальных пунктов см. [Панель ввода](#), [Общие данные деталей](#).

## Арматура

Арматура (1)		
<input type="checkbox"/> Вес		
Материала	5	кН
Продукта	0	кН
Изоляции	0	кН
<input checked="" type="checkbox"/> Дополнительная распредел.		
Учет штока	Нет	
<input type="checkbox"/> Допускаемые нагрузки		
Сила	0	кН
Момент	0	кН*м
Диаметр кожуха изоляции	0	мм
Выбор из БД	>>	

• *Вес (материала, изоляции, продукта)* – действительные неотрицательные числа, кН (кг). При расчете используется суммарное значение веса арматуры, которое равно:

$$k_{\text{мат}} Q_{\text{мат}} + k_{\text{изо}} Q_{\text{изо}} + k_{\text{пр}} Q_{\text{пр}}$$

где:

$k_{\text{мат}}, k_{\text{изо}}, k_{\text{пр}}$  – коэффициенты перегрузки,

$Q_{\text{мат}}, Q_{\text{изо}}, Q_{\text{пр}}$  – веса материала, изоляции, продукта соответственно, кН (кг), действительные неотрицательные числа.

• *Дополнительная распределенная нагрузка* – в дополнительную распределенную нагрузку можно включить нагрузку не от веса материала трубы, изоляции и среды. Примерами могут быть снеговая, гололедная и ветровая нагрузки, задаваемые по 3-м направлениям глобальных осей *X, Y, Z*. Величины снеговой, гололедной и ветровой нагрузок регламентируются соответствующими разделами [24] (**АСТРА-МАГИСТР**), РТМ 38.001-94 (таблица 2.1), ГОСТ 32388-2013 (таблица 6.1) (**АСТРА-НЕФТЕХИМ**) и (или) РД 10-400-01 (таблица 2.1), ГОСТ Р 55596-2013 (таблица 6.1) (**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ**). Для **АСТРА-АЭС**, **АСТРА-ТЭС**, **АСТРА-СВД**, **АСТРА-СУДПРОМ** эти нагрузки нормами никак не регламентированы.

• *Учёт штока* – выбор учёта штока арматуры.

• *Вес штока* – действительное положительное число, кН (кг)

• *Координаты центра масс штока* – действительные числа, мм (см).

Алгоритм учета “штока” (привода) арматуры следует известным соотношениям теоретической механики. Подробнее см. [Общее описание](#). Расчетные модели трубопроводных систем (п.3.3).

Визуализация штока арматуры зависит от заданных координат центра масс штока: положение маховика арматуры определяется заданными координатами центра масс штока.

• *Допускаемые нагрузки:*

• *Сила* – максимально допустимая величина суммарной силы, кН (кг), неотрицательное число;

- *Момент* – максимально допустимое значение момента, кН м (кг см), неотрицательное число.

- *Диаметр кожуха изоляции (для б/к прокладки)* – диаметр кожуха изоляции арматуры, мм, задаётся для арматуры, находящейся в грунте (см. также закладка *Детали*, пункт [Бесканальная прокладка в грунте](#)), неотрицательное число.

- *Выбор из БД* – при нажатии кнопки подключается база данных по арматуре (см. [Базы данных по арматуре](#)).

Описание остальных пунктов см. *Панель ввода*, [Общие данные деталей](#).

## Некольцевое сечение

Некольцевое сечение (1)		
Площадь сечения	0.02	м^2
Угол поворота локальных осей	0	град
<input type="checkbox"/> Моменты инерции вокруг л		
Вокруг оси X'	0.083	м^4
Вокруг оси Y'	0.033	м^4
Момент инерции на кручение	0.167	м^4
<input type="checkbox"/> Коэффициенты сдвига по л		
По оси X'	0	
По оси Y'	0	
Расчёт характеристик сеч >>		
<input type="checkbox"/> Распределенная нагрузка		
По оси X	0	кН/м
По оси Y	10000	кН/м
По оси Z	0	кН/м

Деталь “Некольцевое сечение” предназначена для моделирования сложных опорных конструкций и оборудования в составе расчётной модели. “Некольцевое сечение” представляет собой стержневой элемент с заданными характеристиками сечения.

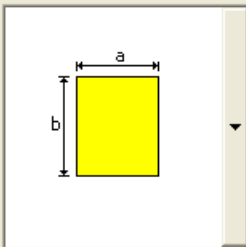
- *Площадь сечения* – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup> (см<sup>2</sup>).
- *Моменты инерции по локальным осям* – главные центральные моменты инерции, м<sup>4</sup> (см<sup>4</sup>), по локальным осям *X'*, *Y'* соответственно.
- *Момент инерции на кручение* – крутильный момент инерции, м<sup>4</sup> (см<sup>4</sup>).
- *Коэффициенты сдвига по локальным осям* – коэффициенты формы (сдвига) по локальным осям *X'*, *Y'*, по умолчанию приняты значения для прямоугольного сечения – 1,2.

- *Угол поворота локальных осей* – при использовании локальной системы координат задайте, если необходимо, угол поворота локальных осей *X'* и *Y'* некоего сечения вокруг его локальной оси *Z'*, град, в диапазоне от –180 до +180 град. Угол поворота задаётся для моделирования деталей некоего сечения, которые должны быть повернуты относительно локальных осей. О правилах задания угла см. закладка *Деталь*, [Компенсатор \(линзовый/сильфонный\)](#), пункт *Угол поворота вокруг локальных осей*.

- *Расчет характеристик кольцевого сечения* – калькулятор для вычисления характеристик кольцевого сечения (площадь, главные центральные моменты инерции, крутильный момент инерции, коэффициенты сдвига) наиболее “популярных” типов поперечного сечения (в данной версии – 10-и типов).

**SecAn - Расчет характеристик сечения**

Тип сечения:



Данные

a =  м

b =  м

Результаты

Площадь

F =  м<sup>2</sup>

Крутильный момент инерции

I<sub>k</sub> =  м<sup>4</sup>

Главные центральные моменты инерции

I<sub>x</sub> =  м<sup>4</sup>

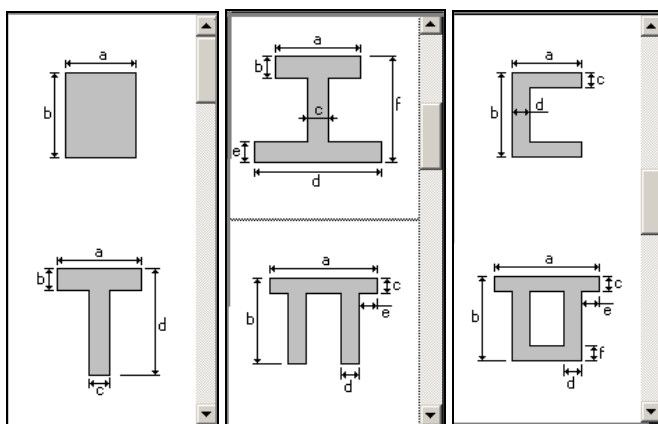
I<sub>y</sub> =  м<sup>4</sup>

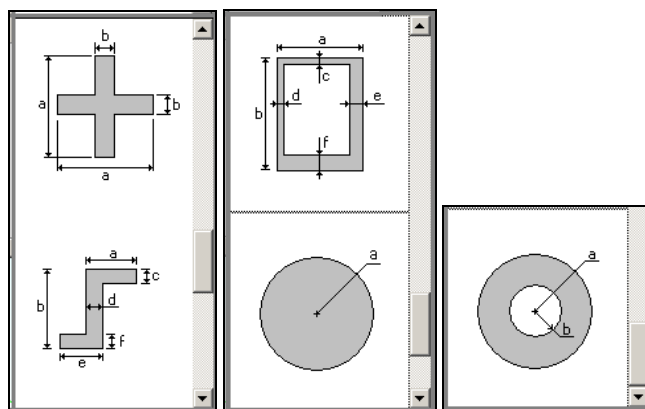
Коэффициенты сдвига

K<sub>x</sub> =

K<sub>y</sub> =

- *Тип сечения* – выберите нужный тип кольцевого сечения с помощью линейки прокрутки.





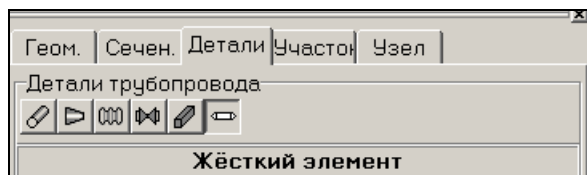
- *Данные* – введите характерные размеры выбранного типа сечения в метрах.
- *Расчет* – нажмите кнопку для расчета характеристик некольцевого сечения.
- *Результаты* – вычисленные характеристики поперечного сечения;
  - *Площадь* – площадь сечения,  $\text{м}^2$ ;
  - *Главные центральные моменты инерции* – моменты инерции сечения относительно главных осей, проходящих через его центр тяжести, характеризующие сопротивление деформациям изгиба,  $\text{м}^4$ ;
  - *Крутильный момент инерции* – величина, характеризующая жесткость сечения при кручении,  $\text{м}^4$ .
  - *Коэффициенты сдвига* – безразмерные величины, характеризующие вклад энергии деформаций сдвига в суммарную потенциальную энергию упругих деформаций при поперечном изгибе.

Результаты расчета в исходные данные расчетной модели заносятся при нажатии кнопки **ОК**. Для выхода из калькулятора расчета характеристик некольцевого сечения без их внесения в данные расчётной модели нажмите крестик в правом верхнем углу окна.

- *Распределенная нагрузка* – значения проекций распределенной нагрузки на глобальные оси  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $\text{кН/м}$  ( $\text{кг/см}$ ).

Описание остальных пунктов см. *Панель ввода*, [Общие данные деталей](#).

## Жесткий элемент



Деталь заданной длины, абсолютно жесткая и безмассовая, с коэффициентом линейного температурного расширения. Предназначен для более

реалистичного описания геометрико-жесткостных, массовых и нагрузочных характеристик трубопроводной системы.

Может использоваться для моделирования оборудования и опорных конструкций в составе модели трубопроводной системы. Для тройниковых соединений данный элемент вводится программой автоматически в штуцерный отрезок тройника в случае использования опции *Учёт повышенной оболочечной податливости...* и недоступен для редактирования. Пользователь может задать жёсткий элемент в штуцерный отрезок тройника и самостоятельно.

## Панель ввода. Общие данные деталей

Общие (1)	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Материал</b>	10Г2ФБЮ
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Циклика</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Нагрузка</b>	
Холодная температура	-10 °С
Рабочая температура	40 °С
Внутреннее давление	10 МПа
Температура при испытаниях	0 °С
Давление при испытаниях	12.3 МПа
Разность между удельными весами	10 кН/м³
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Коэффициенты</b>	
Бесканальная прокладка в грунте	Нет

В списке *Общие* (Панель ввода Закладка *Детали*) вводятся параметры детали, такие как, свойства материала, рабочая и холодная температура, внутреннее давление и пр., а также параметры испытаний, дополнительных эксплуатационных режимов и коэффициенты.

Вид данной панели зависит от выбранных Норм расчета (см. также [Общие данные](#), меню *Данные*)

Данные в списке *Общие* разбиты по категориям:

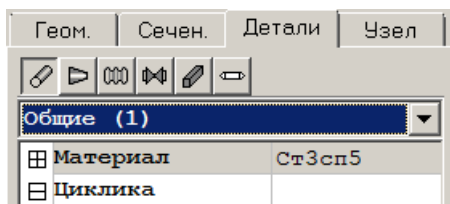
- [Материал](#)
- [Циклика](#)
- [Нагрузка](#)
- [Условия работы](#) для АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55989-2014, ГОСТ 55990-2014)
- [Коэффициенты](#)
- [Бесканальная прокладка в грунте](#)
- [Изоляция](#)



Все данные, задаваемые в списке *Общие*, также возможно задавать через соответствующие списки для деталей.

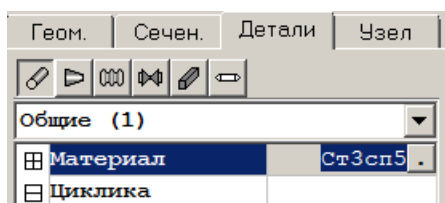
## Материал


Для задания свойств материала можно воспользоваться вводом значений данных с клавиатуры или выбрать их из базы данных.

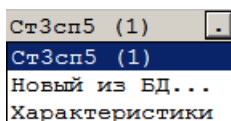




Информация по материалу трубы скрыта (рядом с позицией *Материал* находится кнопка ) . При двойном нажатии левой клавишей мыши на эту кнопку выводится полная информация по материалу, а кнопка принимает вид .

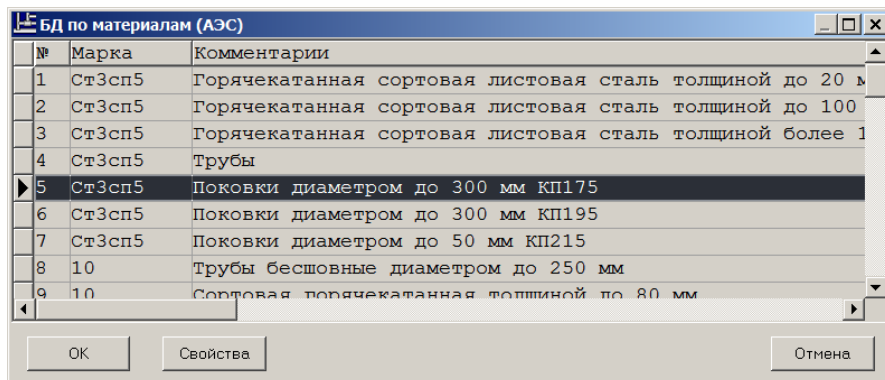


При нажатии на кнопку  появляется список из ранее заданных материалов (см. [Материалы...](#) в меню *Данные*) и два пункта *Новый из БД...* и *Характеристики*



Для добавления материала, не содержащегося в БД по материалам, следует воспользоваться пунктом [Материалы...](#) в меню *Данные*.

При выборе пункта *Новый из БД...* вызывается диалог для выбора материала из БД



Из базы данных выбираются (если необходимо – интерполируются) характеристики материала для холодной, рабочей и температуры испытаний. При вводе значений рабочей или холодной температуры, за пределами диапазона значений температур, заданных в БД для выбранного материала, значения параметров принимаются при температуре, ближайшей к заданной. Поля параметров, полученных из БД, окрашены серым цветом, редактировать их невозможно.

Выбор пункта *Характеристики* даёт возможность ввода характеристик материала без использования БД. Связь ранее назначенного материала с БД разрывается.

Материал	Ст2кп
Тип материала	Неаустенитн...
Коэффициент линейн	1.31E-05 1/град
Модуль упругости	200000 МПа
Модуль упругости	180000 МПа
Коэффициент Пуассо	0.3
Коэффициент усредн	1
Коэффициент релакс	0
Мин. зн. временной	284 МПа
Мин. зн. предела	186 МПа
Мин. зн. предела	284 МПа
Мин. зн. предела	245 МПа
Мин. зн. предела	373 МПа
Предел усталости	0 МПа

- *Материал* – название материала,
- *Предел усталости при симметричном цикле* – предел усталости (выносливости) при симметричном цикле  $R^T_{-1}$  [1], МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число. Данный параметр необходим для **вибрационного расчета**, для остальных видов расчета допускается нулевое значение.

Некоторые параметры характерны для конкретных Норм расчета.

### **АЭС (ПНАЭ Г-7-002-86), АСТРА-СУДПРОМ (РД5Р 4322-86):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из базы данных или ввести их вручную:

- *Тип материала* – выбирается аустенитная или неаустенитная сталь, используется при наличии в схеме линзовых/сильфонных компенсаторов и заказе расчёта напряжений в них;
- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha^T$  при расчетной температуре, 1/град ( $^{\circ}\text{C}$ ), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости при холодной температуре, МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;

- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости при расчётной температуре,  $E^T$  МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Коэффициент усреднения* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений  $\chi$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное положительное число, определяется по таблице 7.3 [3]:

### Значения $\chi$ для различных материалов

Сталь	Значения коэффициента усреднения компенсационных напряжений $\chi$ при расчетных температурах, °C							
	360	400	450	500	550	600	650	700
Углеродистая, кремнемарганцовистая	0,29	0,28	0,25	–	–	–	–	–
Легированная неаустенитная	0,37	0,35	0,33	0,30	0,24	0,16	–	–
Легированная аустенитная	–	–	0,38	0,34	0,30	0,25	0,20	0,16

- *Коэффициент релаксации* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений  $\delta$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное неотрицательное число; определяется по таблице 7.4 [3]:

### Значения $\delta$ для различных материалов

Сталь	Значения коэффициента релаксации компенсационных напряжений $\delta$ при расчетных температурах, °C							
	360	400	450	500	550	600	650	700
Углеродистая, кремнемарганцовистая	0,71	0,72	0,89	–	–	–	–	–
Легированная неаустенитная	0,63	0,65	0,70	0,80	0,95	1,0*	–	–
Легированная аустенитная	–	–	0,62	0,66	0,74	0,89	1,0*	1,0

\* Значения  $\delta=1,0$  достигаются для легированной неаустенитной стали при 560°C, а для аустенитной при 630°C.

- *Минимальное значение временного сопротивления* – минимальное значение временного сопротивления при расчетной температуре  $R_m^T$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Минимальное значение предела текучести* – минимальное значение предела текучести при расчетной температуре  $R_{p0,2}^T$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;

- *Минимальное значение длительной прочности* – минимальный предел длительной прочности за время  $t$  при расчетной температуре  $R_{mt}^T$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Минимальное значение временного сопротивления при температуре испытаний* – минимальное значение временного сопротивления при температуре испытаний  $R_{m, Th}^T$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Минимальное значение предела текучести при температуре испытаний* – минимальное значение предела текучести при температуре испытаний  $R_{p0,2, Th}^T$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;

### **ТЭС (РД 10-249-98):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- *Тип материала* – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь.
- *Ресурс* – расчетный ресурс эксплуатации трубопровода, час. Данное поле носит справочный характер. Значение ресурса задается в момент выбора материала из БД и предназначено для выбора значения номинального допускаемого напряжения из БД. Для промежуточных значений ресурса эксплуатации, указанных в таблицах, значение допускаемого напряжения определяется линейной интерполяцией ближайших значений между ресурсами с округлением до 0,5 МПа в меньшую сторону, если разница между этими значениями не превышает 20% их среднего значения. В остальных случаях применяется “логарифмическое” интерполирование (вместо значений ресурса при интерполяции используется их десятичный логарифм).
- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha_t$  1/град (°C), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала  $E_x$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при рабочей температуре  $E_p$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Коэффициент усреднения* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений  $\chi$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное положительное число, определяется по рис. 5.5 [2];
- *Коэффициент релаксации* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений  $\delta$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное неотрицательное число, определяется по рис. 5.6 [2];
- *Минимальное значение временного сопротивления* – минимальное значение временного сопротивления при расчетной температуре  $R_{m, Th}^T$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное неотрицательное число. Данный параметр необходим только для расчета на вибропрочность, в других видах расчета допускается нулевое значение;
- *Допускаемое напряжение при холодной температуре* – номинальное допускаемое напряжения при холодной температуре, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.

- *Допускаемое напряжение при рабочей температуре* – номинальное допускаемое напряжения при рабочей температуре, МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число.
- *Допускаемое напряжение при температуре испытаний* – номинальное допускаемое напряжения при температуре испытаний, МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число.

**НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- *Тип материала* – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь;
- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\beta^T(\alpha^T)$ , 1/град, действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала в холодном состоянии  $E_0$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при расчётной температуре  $E_t$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Коэффициент усреднения* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений  $\chi$  для высокотемпературных трубопроводов, (таблица 7.3 [3]), действительное положительное число;
- *Коэффициент релаксации* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений  $\delta$  для высокотемпературных трубопроводов, (таблица 7.4 [3]), действительное неотрицательное число;
- *Минимальное значение временного сопротивления* – минимальное значение временного сопротивления при расчетной температуре  $R_b$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число. Данный параметр необходим только для расчета на вибропрочность, в других видах расчета допускается нулевое значение;
- *Допускаемое напряжение* – допускаемое напряжение при температуре 20 град  $[\sigma^{20}]$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Температурный коэффициент* – температурный коэффициент прочности материала  $A_T$ , (таблица 3.1 [3]), действительное положительное число.

**НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- *Тип материала* – выбирается углеродистая сталь, низколегированная сталь, аустенитная сталь, алюминий и его сплавы, медь и её сплавы, титан и его сплавы, полимерный материал (тип 1), полимерный материал (тип 2).

**Параметры для металлов (типы материала углеродистая сталь, низколегированная сталь, аустенитная сталь, алюминий и его сплавы, медь и её сплавы, титан и его сплавы):**

- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения для расчётной температуры  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала при холодной температуре  $E_{20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при расчётной температуре  $E$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Коэффициент усреднения* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений  $\chi$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное положительное число, определяется по п. 8.2.11 [4];
- *Коэффициент релаксации* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений  $\delta$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное неотрицательное число, определяется по п. 8.2.11 [4];
- *Мин. зн. временного сопротивления при растяжении при расчётной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при растяжении при расчетной температуре  $\sigma_{w/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. предела текучести при расчетной температуре* – минимальное значение предела текучести при расчетной температуре  $\sigma_{p/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. условного предела текучести (1%) при расчётной температуре* – минимальное значение условного предела текучести (напряжение, при котором остаточное удлинение составляет 1,0%) при расчетной температуре  $\sigma_{1/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. условного предела текучести (0,2%) при расчётной температуре* – минимальное значение условного предела текучести (напряжение, при котором остаточное удлинение составляет 0,2%) при расчетной температуре  $\sigma_{0,2/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. временного сопротивления при растяжении при холодной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при растяжении при холодной температуре  $\sigma_{w/20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. предела текучести при холодной температуре* – минимальное значение предела текучести при холодной температуре  $\sigma_{p/20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. условного предела текучести (1%) при холодной температуре* – минимальное значение условного предела текучести (напряжение, при котором остаточное удлинение составляет 1,0%) при холодной температуре  $\sigma_{1/20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. условного предела текучести (0,2%) при холодной температуре* – минимальное значение условного предела текучести (напряжение, при котором остаточное удлинение составляет 0,2%) при холодной температуре  $\sigma_{0,2/20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;

- *Условный предел длительной прочности на ресурс  $2 \cdot 10^5$  ч* – условный предел длительной прочности на ресурс  $2 \cdot 10^5$  ч при расчетной температуре  $\sigma_{2 \cdot 10^5/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Условный предел ползучести при растяжении, обуславливающий деформацию 1% за  $2 \cdot 10^5$  ч* – условный предел ползучести при растяжении  $\sigma_{1/2 \cdot 10^5/t}$ , обуславливающий деформацию 1% за  $2 \cdot 10^5$  ч при расчетной температуре, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Относительная пластическая деформация в момент потери устойчивости при расчётной температуре* – относительная пластическая деформация в момент потери устойчивости при расчетной температуре  $\epsilon_{в/t}$ , действительное положительное число;
- *Относительная пластическая деформация в момент потери устойчивости при холодной температуре* – относительная пластическая деформация в момент потери устойчивости при холодной температуре  $\epsilon_{в/20}$ , действительное положительное число;
- *Мин. зн. временного сопротивления при сжатии при расчётной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при сжатии при расчетной температуре  $\sigma_{вс/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Условный предел текучести при сжатии при расчётной температуре* – условный предел текучести при сжатии при расчетной температуре  $\sigma_{0,2с/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Предел текучести при чистом сдвиге при расчётной температуре* – предел текучести при чистом сдвиге при расчетной температуре  $\tau_t$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Предел прочности при чистом сдвиге при расчетной температуре* – предел прочности при чистом сдвиге при расчетной температуре  $\tau_b$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. временного сопротивления при растяжении при температуре испытаний* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при растяжении при температуре испытаний  $\sigma_{в/t_i}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. предела текучести при температуре испытаний* – минимальное значение предела текучести при температуре испытаний  $\sigma_{p/t_i}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;

**Параметры для полимеров (полимерный материал (тип 1), полимерный материал (тип 2)):**

- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения для расчётной температуры  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
- *Модуль ползучести материала при растяжении* – модуль ползучести материала при растяжении при холодной температуре  $E_{20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5;

- **Коэффициент А1** – коэффициент для ветви 1 кривой длительной прочности **А**, действительное число;
- **Коэффициент В1** – коэффициент для ветви 1 кривой длительной прочности **В**, действительное число;
- **Коэффициент G1** – коэффициент для ветви 1 кривой длительной прочности **G**, действительное число;
- **Коэффициент J1** – коэффициент для ветви 1 кривой длительной прочности **J**, действительное число;
- **Коэффициент А2** – коэффициент для ветви 2 кривой длительной прочности **А**, действительное число. Задаётся только для типа материала *Полимерный материал (тип 2)*;
- **Коэффициент В2** – коэффициент для ветви 2 кривой длительной прочности **В**, действительное число. Задаётся только для типа материала *Полимерный материал (тип 2)*;
- **Коэффициент G2** – коэффициент для ветви 2 кривой длительной прочности **G**, действительное число. Задаётся только для типа материала *Полимерный материал (тип 2)*;
- **Коэффициент J2** – коэффициент для ветви 2 кривой длительной прочности **J**, действительное число. Задаётся только для типа материала *Полимерный материал (тип 2)*;
- **Расчётный коэффициент запаса прочности для рабочей температуры < 20 град** – расчётный коэффициент запаса прочности для рабочей температуры < 20 град, **К<sub>р</sub>**, действительное число, большее или равное 1.
- **Расчётный коэффициент запаса прочности для рабочей температуры ≥ 20 град** – расчётный коэффициент запаса прочности для рабочей температуры ≥ 20 град, **К<sub>р</sub>**, действительное число, большее или равное 1.
- **Расчётный коэффициент запаса прочности для максимальной температуры** – расчётный коэффициент запаса прочности для максимальной температуры **К<sub>т</sub>**, действительное число, большее или равное 1.
- **Расчётный коэффициент запаса прочности для аварийной температуры** – расчётный коэффициент запаса прочности для аварийной температуры **К<sub>а</sub>**; действительное число, большее или равное 1.

### **ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- **Тип материала** – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь.
- **Ресурс** – расчетный ресурс эксплуатации трубопровода, час. Данное поле носит справочный характер. Значение ресурса задается в момент выбора материала из БД и предназначено для выбора значения номинального допускаемого напряжения из БД. Для промежуточных значений ресурса эксплуатации, указанных в таблицах, значение допускаемого напряжения определяется линейной интерполяцией ближайших значений между ресурсами с округлением до 0,5МПа в меньшую сторону, если разница между этими значениями не превышает 20% их среднего значения. В остальных случаях применяется “логарифмическое”



интерполирование (вместо значений ресурса при интерполяции используется их десятичный логарифм).

- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала при температуре окружающей среды  $E_{хол}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при рабочей температуре  $E_{раб}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Допускаемое напряжение при холодной температуре* – номинальное допускаемое напряжения при холодной температуре  $[\sigma]^{20}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число.
- *Допускаемое напряжение при рабочей температуре* – номинальное допускаемое напряжения при рабочей температуре  $[\sigma]$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число.
- *Допускаемое напряжение при температуре испытаний* – номинальное допускаемое напряжения при рабочей температуре, МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число.

Для выбора этих характеристик из базы данных нажмите кнопку **БД**.

Следующие значения из БД не выбираются:

- *Минимальное значение временного сопротивления* – минимальное значение временного сопротивления при расчетной температуре  $R_m^{T_m}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное неотрицательное число. Данный параметр необходим только для расчета на вибропрочность, в других видах расчета допускается нулевое значение.

### **ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- *Тип материала* – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь, используется при наличии в схеме линзовых/сильфонных компенсаторов и заказе расчёта напряжений в них.
- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала в холодном состоянии  $E_{20}$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при расчётной температуре  $E$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;

- *Мин. зн. временного сопротивления при расчётной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при расчётной температуре  $\sigma_{в/т}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Мин. зн. предела текучести при расчётной температуре* – минимальное значение предела текучести при расчётной температуре  $\sigma_{р/т}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Мин. зн. временного сопротивления при холодной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при холодной температуре МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.
- *Тип материала* – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь, используется при наличии в схеме линзовых/сильфонных компенсаторов и заказе расчёта напряжений в них
  - *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
  - *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала при холодной температуре, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при рабочей температуре  $E_0$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
  - *Нормативное временное сопротивление при холодной температуре* – минимальное значение временного сопротивления при холодной температуре, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Нормативный предел текучести при холодной температуре* – минимальное значение предела текучести при холодной температуре, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
  - *Нормативное временное сопротивление при расчётной температуре* – минимальное значение временного сопротивления при рабочей температуре,  $R_1$  [7, 8],  $\sigma_n$  [9, 10], МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Нормативный предел текучести при расчётной температуре* – минимальное значение предела текучести при рабочей температуре,  $R_2$  [7, 8],  $\sigma_y$  [9, 10], МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
  - *Нормативное временное сопротивление при температуре испытаний* – минимальное значение временного сопротивления при температуре испытаний, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
  - *Нормативный предел текучести при температуре испытаний* – минимальное значение предела текучести при температуре испытаний, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.

### **СВД (ГОСТ Р 55600-2013):**

Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- *Тип материала* – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь, используется при наличии в схеме линзовых/сильфонных компенсаторов и заказе расчёта напряжений в них;
- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала при холодной температуре  $E_{20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при расчётной температуре  $E$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Мин. зн. временного сопротивления при холодной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) материала при холодной температуре,  $R_{m/20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. предела текучести при холодной температуре* – минимальное значение принятого в расчет предела текучести материала при холодной температуре  $R_{T/20}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
- *Мин. зн. временного сопротивления при расчётной температуре* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) материала при расчётной температуре,  $R_{m/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. предела текучести при расчётной температуре* – минимальное значение принятого в расчет предела текучести материала при расчётной температуре,  $R_{T/t}$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
- *Мин. зн. предела текучести при температуре испытаний* – минимальное значение принятого в расчет предела текучести материала при температуре испытаний, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
- *Относительное сужение поперечного сечения образца при холодной температуре* – относительное сужение материала трубы или детали трубопровода при холодной температуре,  $\psi_{20}$ , %, действительное неотрицательное число меньше 100.
- *Относительное сужение поперечного сечения образца при рабочей температуре* – относительное сужение материала трубы или детали трубопровода при расчётной температуре,  $\psi$ , %, действительное неотрицательное число меньше 100.
- *Относительное удлинение образца при холодной температуре* – относительное удлинение пятикратного образца при статическом разрушении при растяжении при холодной температуре,  $\delta_{5/20}$ , %, действительное неотрицательное число меньше 100.
- *Относительное удлинение образца при рабочей температуре* – относительное удлинение пятикратного образца при статическом разрушении при растяжении при расчётной температуре,  $\delta_{5/t}$ , %, действительное неотрицательное число меньше 100.

**СВД (РД РТМ 26-01-44-78)**


Вы можете выбрать ниже перечисленные характеристики материала из баз данных или ввести их вручную.

- *Тип материала* – выбирается углеродистая сталь, низколегированная сталь или аустенитная сталь.
- *Коэффициент линейного расширения* – коэффициент линейного температурного расширения для расчётной температуры  $\alpha$ , 1/град., действительное положительное число;
- *Модуль упругости в холодном состоянии* – модуль упругости материала при холодной температуре  $E_0$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Модуль упругости в рабочем состоянии* – модуль упругости материала при расчётной температуре  $E$ , МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Коэффициент Пуассона* – коэффициент пропорциональности между продольной и поперечной деформацией материала  $\nu$ , действительное неотрицательное число меньше 0,5, по умолчанию 0,3;
- *Коэффициент усреднения* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений  $\chi$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное положительное число, определяется по таблице 7.3 [3];
- *Коэффициент релаксации* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений  $\delta$  для высокотемпературных трубопроводов, действительное неотрицательное число, определяется по таблице 7.4 [3];
- *Мин. зн. временного сопротивления при расчётной температуре* – минимальное значение временного сопротивления материала разрыву (предела прочности)  $\sigma_b$  при расчётной температуре МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Мин. зн. предела текучести при расчётной температуре* – минимальное значение предела текучести  $\sigma_T$  или условного предела текучести  $\sigma_{0,2}$  материала при расчётной температуре, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
- *Мин. зн. предела текучести при температуре испытаний* – минимальное значение предела текучести или условного предела текучести материала при температуре испытаний, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число.
- *Среднее значение условного предела длительной прочности* – среднее значение условного предела длительной прочности  $\sigma_d$  (напряжения, вызывающего разрушение при расчётной температуре через 10<sup>5</sup> час), МПа;
- *Среднее значение условного предела ползучести* – среднее значение условного предела ползучести  $\sigma_p$  (напряжения, вызывающего накопление остаточной деформации при расчётной температуре 1% за 10<sup>5</sup> час), МПа;

## Циклика

### АСТРА-АЭС (ПНАЭ Г-7-002-86), АСТРА-СУДПРОМ (РД5Р 4322-86)

Циклика	
Допускаемая амплитуда напряжений	200 МПа

• *Допускаемая амплитуда напряжений* – допускаемая амплитуда напряжений для заданного числа циклов нагружения (пусков) трубопровода за весь период эксплуатации  $[\sigma_a]$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число. Для определения амплитуд допускаемых напряжений по числу циклов нагружения нажмите на кнопку , находящуюся справа от поля ввода.

Амплитуды допускаемых напр... x

Количество циклов нагружения

1000

Коэффициент асимметрии цикла напряжений

0

Относительное сужение поперечного сечения

50

%

Коэффициент запаса прочности по условным местным напряжениям

2

Коэффициент запаса прочности по числу циклов

10

Теор. коэф-т концентрации приведённых напряжений

1


OK


Отмена

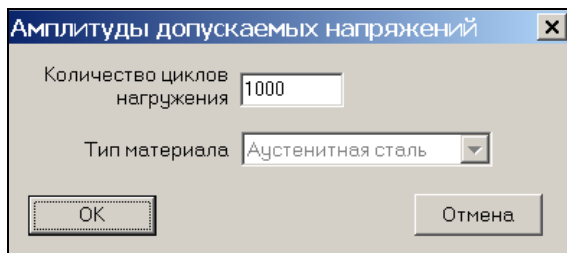
- *Количество циклов нагружения* – допускаемое число циклов  $N$ , от 1 и больше, целое число.
- *Коэффициент асимметрии цикла напряжений* – коэффициент асимметрии цикла напряжений  $r$ , от -1 до +0,9(9) по умолчанию 0
- *Относительное сужение поперечного сечения* – относительное сужение поперечного сечения образца при статическом разрушении при растяжении при расчетной температуре  $Z^T$  %, от 0 до 100%, по умолчанию 50;
- *Коэффициент запаса прочности по условным местным напряжениям* – коэффициент запаса прочности по условным местным напряжениям при расчетах на циклическую прочность  $n_\sigma$ , от 1 и более, по умолчанию 2;
- *Коэффициент запаса прочности по числу циклов* – коэффициент запаса прочности по числу циклов при расчетах на циклическую прочность  $n_N$ , от 1 и более, по умолчанию 10;
- *Теоретический коэффициент концентрации приведённых напряжений* – теоретический коэффициент концентрации приведённых напряжений  $K_{(\sigma)}$ , от 1 и более, по умолчанию 1.

## АСТРА-ТЭС (РД 10-249-98)

<input type="checkbox"/> Циклика	
Допускаемая амплитуда напряжений	200 МПа

• *Допускаемая амплитуда напряжений* – допускаемая амплитуда напряжений для заданного числа циклов нагружения (пусков) трубопровода за весь период эксплуатации  $[\sigma_a]$ , МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число (см. п. 5.2.7 [2]). Для определения амплитуд допускаемых напряжений по числу циклов нагружения нажмите на кнопку , находящуюся справа от поля ввода.

Для определения амплитуд допускаемых напряжений в по числу циклов нагружения нажмите на кнопку , находящуюся справа от поля ввода.



• *Количество циклов нагружения* – расчетное число полных циклов нагружения трубопровода, целое положительное число.

• *Тип материала* – выбирается неаустенитная или аустенитная сталь. Данное поле дано для справки и не редактируется.

В случае если определяется амплитуда напряжений для трубопроводов из неаустенитной стали с температурой свыше  $370^\circ\text{C}$  или для трубопроводов из аустенитной стали с температурой свыше  $450^\circ\text{C}$ , значение допускаемой амплитуды напряжений принимается для  $370^\circ\text{C}$  и  $450^\circ\text{C}$  соответственно, о чём выдаётся предупреждение.

Если расчетное число циклов нагружения трубопровода менее 3000, то принимается значение  $[\sigma_a]$  при 3000 циклах, о чём выдаётся предупреждение.

## АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94), АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)

<input type="checkbox"/> Циклика	
Количество циклов нагружения	1000

• *Количество циклов нагружения* – расчетное число полных циклов нагружения трубопровода, целое положительное число.

### АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)

Циклика		
Температурная история	1	
Коэффициент А	18000	МПа
Коэффициент В	50	МПа
Коэффициент At2	1	

- *Температурная история* – выбор номера температурной истории из заданных в пункте [Температурные истории](#), меню *Данные*.
- *Коэффициент А* – коэффициент, задаваемый для деталей из алюминия, меди, титана и их сплавов (см. пункт [Материал](#), параметр *Тип материала*), МПа, положительное число
- *Коэффициент В* – коэффициент, задаваемый для деталей из алюминия, меди, титана и их сплавов (см. пункт [Материал](#), параметр *Тип материала*), соответствует пределу выносливости (усталости), МПа, положительное число
- *Коэффициент A<sub>t2</sub>* – коэффициент, задаваемый для деталей из алюминия, меди, титана и их сплавов (см. пункт [Материал](#), параметр *Тип материала*), град, положительное число

### АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)

#### АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01)

#### АСТРА-МАГИСТР (СНиП 2.05.06-85)

#### АСТРА-МАГИСТР (СП 36.13330.2012)

#### АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55989-2014)

#### АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55990-2014)

Циклика	
Температурная история	1

- *Температурная история* – выбор номера температурной истории из заданных в пункте [Температурные истории](#) меню *Данные*.

### АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013)

Циклика	
Количество циклов нагружения	1000
Коэффициент асимметрии цикла нагруж	0.5

- *Количество циклов нагружения* – расчетное число полных циклов нагружения трубопровода, целое положительное число.
- *Коэффициент асимметрии цикла напряжений* – коэффициент асимметрии цикла напряжений *r*, от -1 до +0,9(9) по умолчанию 0

## Нагрузка

▣ <b>Нагрузка</b>		
Холодная температура	20	°C
Рабочая температура	320	°C
Внешняя температура стенки	290	°C
Внутреннее давление	30	МПа
Температура при испытаниях	40	°C
Давление при испытаниях	37.5	МПа
Разность между удельными вес	9.81	кН/м <sup>3</sup>
Температура доп. режим 1	320	°C
Давление доп. режим 1	15	МПа
Температура доп. режим 2	400	°C
Давление доп. режим 2	10	МПа
Температура доп. режим 3	250	°C
Давление доп. режим 3	32	МПа

- *Температура в холодном состоянии* – средняя по толщине температура стенки трубопровода в холодном состоянии, °C, действительное число.
- *Температура в рабочем состоянии* – средняя по толщине температура стенки трубопровода в рабочем состоянии, действительное число, °C.
- *Внешняя температура стенки* – температура стенки на внешней поверхности трубопровода, используется только в нормах **АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013, РД РТМ 26-01-44-78)**
- *Внутреннее давление* – расчетное внутреннее давление, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное число. При действии внешнего давления или вакуума задается как отрицательная величина.

### Для испытаний задаются:

- *Температура* – температура испытаний, °C, действительное число;
- *Давление* – давление при испытаниях, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное число;
- *Разность между удельными весами сред* – разность между удельными весами сред, заполняющими трубопровод, при испытаниях и в рабочем состоянии, кН/м<sup>3</sup> (кг/см<sup>3</sup>), действительное и, как правило, неотрицательное число.

Задание отрицательной разности между удельными весами сред означает, что плотность среды, заполняющей трубопровод при испытаниях, меньше чем в рабочем состоянии. В этом случае, если отрицательная разность между удельными весами сред будет задана по абсолютной величине больше удельного веса среды в рабочем состоянии (он вычисляется программно, через погонный вес продукта), то об этом будет выдано предупреждение.

### Для дополнительных режимов задаются

- *Температура 1,2,3* – величины температур, соответствующие дополнительным эксплуатационным режимам, °C;
- *Давление 1,2,3* – величины давлений, соответствующие дополнительным эксплуатационным режимам, МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное число.

Задать или изменить количество дополнительных эксплуатационных режимов расчетной схемы (от 0 до 3), выводимых в поле Дополнительные режимы



закладки Общие, можно, используя закладку [Общие данные](#) пункта Общие данные в меню Данные).

## Условия работы

Для **АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014)** дополнительно вводится информация об условиях работы

<input type="checkbox"/> Условия работы	
Тип	Эксплуатация
Транспортируемые вещества	Не указано

- Тип – выбирается Эксплуатация или Строительство;
- Транспортируемые вещества – выбирается Не указано или Импульсный или топливный газ (**ГОСТ Р 55989-2014**) или Сероводородсодержащие продукты (**ГОСТ Р 55990-2014**).

## Изоляция

### АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01)

<input type="checkbox"/> Изоляция	ППУ+ПЭ
Модуль упругости ППУ	15 МПа
Допускаемое нормальное напряжение в ППУ	0.4 МПа
Допускаемое касательное напряжение в ППУ	0.04 МПа
Модуль упругости ПЭ	800 МПа
Допускаемое нормальное напряжение в ПЭ	12 МПа

<input type="checkbox"/> Изоляция	Полимербетон
Модуль упругости	15 МПа
Допускаемое нормальное напряжение	0.4 МПа
Допускаемое касательное напряжение	0.04 МПа

- Тип изоляции – выбирается Не определена, ППУ + ПЭ, Полимербетон, Армопенобетон, Битумперлит, Битумкерамзит.

Для типа изоляции ППУ+ПЭ задаётся:

- Модуль упругости ППУ – МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- Модуль упругости ППУ – МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- Допускаемое нормальное напряжение в ППУ – МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;
- Допускаемое касательное напряжение в ППУ – МПа ( $\text{кг/см}^2$ ), действительное положительное число;

- *Модуль упругости ПЭ* – МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Допускаемое нормальное напряжение в ПЭ* – МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;

Для остальных типов изоляции задаётся:

- *Модуль упругости* – МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Допускаемое нормальное напряжение* – МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;
- *Допускаемое касательное напряжение* – МПа (кг/см<sup>2</sup>), действительное положительное число;

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**

**АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)**

<input type="checkbox"/>	<b>Изоляция</b>	
	<b>Коэффициент постели</b>	<b>0 кН/м<sup>3</sup></b>

- *Коэффициент постели* – кН/м<sup>3</sup> (кг/см<sup>3</sup>), коэффициент постели изоляции, действительное неотрицательное число;

## Коэффициенты

- *Коэффициент перегрузки по материалу* – коэффициент запаса по нагрузке от веса материала деталей трубопровода действительное число большее или равное 1, по умолчанию 1,1;
- *Коэффициент перегрузки по изоляции* – коэффициент запаса по нагрузке от веса изоляции деталей трубопровода действительное число большее или равное 1, по умолчанию 1,2.
- *Коэффициент перегрузки по продукту* – коэффициент запаса по нагрузке от веса содержимого трубопровода, действительное число большее или равное 1, по умолчанию 1.

Некоторые параметры характерны для конкретных **Норм** расчета.

**АСТРА-АЭС (ПНАЭ Г-7-002-86), АСТРА-СУДПРОМ (РД5Р 4322-86)**

☐ Коэффициенты	
Прочности поперечного сварного	0.9
Прочности продольного сварного	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1

- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва* – коэффициент снижения прочности сварного шва,  $\varphi_w$ , действительное положительное число меньшее или равное 1;

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва* – расчетный коэффициент снижения прочности  $\varphi$ , (п. 4.3 [1]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

**АСТРА-ТЭС (РД 10-249-98)**

- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва (стыка)* – коэффициент прочности сварного соединения при изгибе  $\varphi_{bw}$ , (п. 4.2.1 [2]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва (стыка)* – коэффициент прочности при ослаблении сварными соединениями,  $\varphi_w$ , (п. 4.2.1 [2]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94)**

- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва* – коэффициент прочности поперечного сварного шва при расчете на действие внешних механических нагрузок,  $\varphi_{wz}$ , (п. 4.1 [3]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва* – коэффициент прочности детали со сварным швом при расчете на внутреннее давление,  $\varphi$ , (п. 4.1 [3]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013)**

Для типов материала *Углеродистая сталь, Низколегированная сталь, Аустенитная сталь, Алюминий и его сплавы, Медь и её сплавы, Титан и его сплавы*, задаются следующие коэффициенты:

<b>Кoeffициенты</b>	
Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Прочности поперечного сварного шва при изгибе	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Запаса по пределу прочности	2.4
Запаса по пределу текучести	1.5
Запаса по пределу длительной прочности	1.5
Запаса по пределу ползучести	1
Запаса по пределу прочности при испытаниях	1.8
Запаса по пределу текучести при испытаниях	1.1
Запаса прочности по числу циклов	10
Запаса прочности по напряжениям	2
Учёта условий эксплуатации	0.9

• *Прочности поперечного сварного шва* – коэффициент прочности поперечного сварного шва,  $\phi_w$ , (п. 5.4, [4]), действительное положительное число меньше или равно 1.

• *Прочности продольного сварного шва* – коэффициент прочности продольного сварного шва,  $\phi_l$ , (п. 5.4, [4]), действительное положительное число меньше или равно 1.

• *Прочности поперечного сварного шва при изгибе* – коэффициент прочности поперечного сварного шва при изгибе,  $\phi_{bw}$ , (п. 5.4, [4]), действительное положительное число меньше или равно 1.

• *Запаса по пределу прочности* – коэффициент запаса по пределу прочности, (п. 5.3, [4]), действительное положительное число больше или равно 1, по умолчанию 2,4.

• *Запаса по пределу текучести* – коэффициент запаса по пределу текучести, (п. 5.3, [4]), действительное положительное число больше или равно 1, по умолчанию 1,5.

• *Запаса по пределу длительной прочности* – коэффициент запаса по пределу длительной прочности, (п. 5.3, [4]), действительное положительное число больше или равно 1, по умолчанию 1,5. Используется для высокотемпературных трубопроводов.

• *Запаса по пределу ползучести* – коэффициент запаса по пределу ползучести, (п. 5.3, [4]), действительное положительное число больше или равно 1, по умолчанию 1. Используется для высокотемпературных трубопроводов.

• *Запаса по пределу прочности при испытаниях* – коэффициент запаса по пределу прочности для режима испытаний, (п. 11.1, [4]), действительное положительное число больше или равно 1, по умолчанию 1,8.

• *Запаса по пределу текучести при испытаниях* – коэффициент запаса по пределу текучести в режиме испытаний, (п. 11.1, [4]), действительное положительное число больше или равно 1, по умолчанию 1,1.

- *Запаса прочности по условным местным напряжениям* – коэффициент запаса прочности по условным местным напряжениям при расчетах на циклическую прочность  $n_\sigma$ , от 1 и более, по умолчанию 2.
- *Запаса прочности по числу циклов* – коэффициент запаса прочности по числу циклов при расчетах на циклическую прочность  $n_N$ , от 1 и более, по умолчанию 10.
- *Учёта условий эксплуатации* – коэффициент учёта условий эксплуатации, действительное положительное число меньшее или равное 1, по умолчанию 0,9. Задаётся для низкотемпературных трубопроводов.

Для материалов типов *полимерный материал (тип 1)* и *полимерный материал (тип 2)* задаются следующие коэффициенты:

☐ <b>Коэффициенты</b>	
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Условий работы трубопровода	1
Прочности соединения труб и деталей	1
Химической стойкости материала труб	0.5
Условий прокладки	1
Учёта влияния температуры на деформационные свойства материала	1

- *Условий работы трубопровода* – коэффициент условий работы трубопровода,  $K_y$ , действительное неотрицательное число, меньшее или равное 1.
- *Прочности соединения труб и деталей* – коэффициент прочности соединения труб и деталей  $K_c$ , действительное неотрицательное число, меньшее или равное 1.
- *Химической стойкости материала труб* – коэффициент химической стойкости материала труб  $K_x$ , действительное неотрицательное число, меньшее или равное 1.
- *Условий прокладки* – коэффициент условий прокладки  $K_n$ , действительное неотрицательное число, меньшее или равное 1.
- *Учёта влияния температуры на деформационные свойства материала* – коэффициент, учитывающий влияние температуры на деформационные свойства материала  $K_e$ , действительное неотрицательное число, меньшее или равное 1.

### АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01)

- Коэффициент прочности продольного сварного шва (соединения) – коэффициент снижения прочности сварного соединения при действии любой нагрузки, кроме изгибающего момента,  $\varphi_w$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньшее или равное 1;
- Коэффициент прочности поперечного сварного шва (соединения) – коэффициент прочности поперечного сварного соединения при действии изгибающего момента,  $\varphi_{bw}$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

### АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013)

Кoeffициенты	
Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Прочности поперечного сварного шва при изгибе	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1

- Прочности поперечного сварного шва – коэффициент прочности поперечного сварного шва,  $\varphi_w$ , (п. 5.3, [6]), действительное положительное число меньшее или равное 1.
- Прочности продольного сварного шва – коэффициент прочности продольного сварного шва,  $\varphi_y$ , (п. 5.3, [6]), действительное положительное число меньшее или равное 1.
- Прочности поперечного сварного шва при изгибе – коэффициент прочности поперечного сварного шва при изгибе,  $\varphi_{bw}$ , (п. 5.3, [6]), действительное положительное число меньшее или равное 1.

### АСТРА-МАГИСТР (СНиП 2.05.06-85)

Кoeffициенты	
Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Условий работы трубопровода m (табл. 1)	1
Надёжности по материалу k1 (табл. 9)	1
Надёжности по материалу k2 (табл. 10)	1
Надёжности по назначению kn (табл. 11)	1
Надёжности по нагрузке n (табл. 13)	1

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва* (соединения) – коэффициент снижения прочности сварного соединения при действии любой нагрузки, кроме изгибающего момента,  $\varphi_w$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньшее или равное 1;
- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва* (соединения) – коэффициент прочности поперечного сварного соединения при действии изгибающего момента,  $\varphi_{bw}$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньшее или равное 1;
- *Коэффициент условий работы трубопровода  $m$*  (табл. 1) – коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность,  $m$ , (таблица 1, [7]), действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по материалу  $k_1$*  (табл. 9) – коэффициент надежности по материалу,  $k_1$ , [7], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по материалу  $k_2$*  (табл. 10) – коэффициент надежности по материалу,  $k_2$ , [7], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по назначению  $k_n$*  (табл. 11) – коэффициент надежности по назначению трубопровода,  $k_n$ , [7], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по нагрузке  $n$*  (табл. 13) – коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению),  $n$ , [7], действительное положительное число;

### АСТРА-МАГИСТР (СП 36.13330.2012)

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Коэффициенты</b>	
Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Условий работы трубопровода $m$ (табл. 1)	1
Надёжности по материалу $k_1$ (табл. 10)	1
Надёжности по материалу $k_2$ (табл. 11)	0
Надёжности по ответственности $k_n$ (табл. 12)	1
Надёжности по нагрузке $n$ (табл. 14)	1

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва* (соединения) – коэффициент снижения прочности сварного соединения при действии любой нагрузки, кроме изгибающего момента,  $\varphi_w$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньшее или равное 1;
- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва* (соединения) – коэффициент прочности поперечного сварного соединения при действии изгибающего момента,  $\varphi_{bw}$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньшее или равное 1;

- *Коэффициент условий работы* трубопровода  $m$  (табл. 1) – коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность,  $m$ , [8], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по материалу*  $k_1$  (табл. 10) – коэффициент надежности по материалу,  $k_1$ , [8], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по материалу*  $k_2$  (табл. 11) – коэффициент надежности по материалу,  $k_2$ , [8], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по ответственности*  $k_n$  (табл. 12) – коэффициент надежности по назначению трубопровода,  $k_n$ , [8], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по нагрузке*  $n$  (табл. 14) – коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению),  $n$ , [8], действительное положительное число;

### АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55989-2014)

<b>□ Коэффициенты</b>	
Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Условий работы трубопровода $Y_d$ (табл. 13)	1
Надёжности по материалу при расчёте по прочности $Y_{mi}$ (табл. 12)	1
Надёжности по материалу при расчёте по текучести $Y_{tu}$	1
Надёжности по ответственности газопровода $Y_n$	1
Надёжности по нагрузке $Y_{fr}$ (табл. 11)	1

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва* (соединения) – коэффициент снижения прочности сварного соединения при действии любой нагрузки, кроме изгибающего момента,  $\varphi_w$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньше или равно 1;
- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва* (соединения) – коэффициент прочности поперечного сварного соединения при действии изгибающего момента,  $\varphi_{bw}$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньше или равно 1;
- *Коэффициент условий работы трубопровода*  $Y_d$  (табл. 13) – коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность,  $\gamma_d$ , [9], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по материалу при расчёте по прочности*  $Y_{mi}$  (табл. 12) – коэффициент надежности по материалу труб при расчёте по прочности,  $\gamma_{mi}$ , [9], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по материалу при расчёте по текучести*  $Y_{tu}$  – коэффициент надежности по материалу труб при расчёте по текучести,  $\gamma_{tu}$ , [9], действительное положительное число;
- *Коэффициент надежности по ответственности газопровода*  $Y_n$  – коэффициент надежности по ответственности газопровода,  $\gamma_n$ , [9], действительное положительное число;



- *Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_{fr}$  (табл. 11)* – коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению),  $\gamma_{fr}$ , [9], действительное положительное число;

### ***АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ 55990-2014)***

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Коэффициенты</b>	
Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Надёжности по материалу $\gamma_d$ (табл. 13-14)	1
Надёжности по материалу при расчёте по прочности $\gamma_{mi}$ (табл. 12)	1
Надёжности по материалу при расчёте по текучести $\gamma_{mu}$	1
Надёжности по ответственности трубопровода $\gamma_n$	1
Надёжности по нагрузке $\gamma_{fr}$ (табл. 11)	1

- *Коэффициент прочности продольного сварного шва (соединения)* – коэффициент снижения прочности сварного соединения при действии любой нагрузки, кроме изгибающего момента,  $\phi_w$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньше или равное 1;

- *Коэффициент прочности поперечного сварного шва (соединения)* – коэффициент прочности поперечного сварного соединения при действии изгибающего момента,  $\phi_{bw}$ , (п. 4.1 [4]), действительное положительное число меньше или равное 1;

- *Коэффициент условий работы трубопровода  $\gamma_d$  (табл. 13-14)* – коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность,  $\gamma_d$ , [10], действительное положительное число;

- *Коэффициент надежности по материалу при расчёте по прочности  $\gamma_{mi}$  (табл. 12)* – коэффициент надежности по материалу труб при расчёте по прочности,  $\gamma_{mi}$ , [10], действительное положительное число;

- *Коэффициент надежности по материалу при расчёте по текучести  $\gamma_{mu}$*  – коэффициент надежности по материалу труб при расчёте по текучести,  $\gamma_{mu}$ , [10], действительное положительное число;

- *Коэффициент надежности по ответственности трубопровода  $\gamma_n$*  – коэффициент надежности по ответственности трубопровода,  $\gamma_n$ , [10], действительное положительное число;

- *Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_{fr}$  (табл. 11)* – коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению),  $\gamma_{fr}$ , [9], действительное положительное число;

**АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013)****Кoeffициенты**

Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Запаса прочности по условным местным	2
Запаса прочности по числу циклов нагру	10
Концентрации приведённых напряжений	1.15

• *Запаса прочности по условным местным напряжениям* – коэффициент запаса прочности по условным местным напряжениям при расчетах на циклическую прочность  $n_\sigma$ , [12, гл. 9], действительное число от 1 и более, по умолчанию 2;

• *Запаса прочности по числу циклов нагружения* – коэффициент запаса прочности по числу циклов при расчетах на циклическую прочность  $n_N$ , [12, гл. 9], действительное неотрицательное число от 1 и более, по умолчанию 10;

• *Концентрации приведённых местных напряжений*  $K_\sigma$  – теоретический коэффициент концентрации приведённых напряжений  $K_{(\sigma)}$ , [12, гл. 9], действительное неотрицательное число от 1 и более, по умолчанию 1;

**АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)****Кoeffициенты**

Прочности поперечного сварного шва	1
Прочности продольного сварного шва	1
Перегрузки по материалу	1.1
Перегрузки по изоляции	1.2
Перегрузки по продукту	1
Запаса прочности по условным местным напряжениям	2
Запаса прочности по числу циклов нагружения	10
Чувствительности материала к концентрации	1
Теоретический коэффициент концентрации	1
Запаса прочности	1.15
Учёта условий эксплуатации	1

• *Прочности поперечного сварного шва* – коэффициент прочности поперечного сварного шва,  $\Phi_n$ , (п. 1.6, [11]), действительное положительное число меньшее или равное 1.

• *Прочности продольного сварного шва* – коэффициент прочности продольного сварного шва  $\Phi$ , действительное положительное число меньшее или равное 1.

• *Запаса прочности по условным местным напряжениям* – коэффициент запаса прочности по условным местным напряжениям при расчетах на циклическую прочность  $n_\sigma$ , [18, п. 6.4], действительное число большее или равное 1, по умолчанию 2;

- *Запаса прочности по числу циклов нагружения* – коэффициент запаса прочности по числу циклов при расчетах на циклическую прочность  $n_N$ , [18, п. 6.4], действительное неотрицательное число большее или равное 1, по умолчанию 10;

- *Теоретический коэффициент концентрации* – теоретический коэффициент концентрации приведённых напряжений  $\alpha_\sigma$ , [18, п. 6.4] значение определяется в зависимости от применяемых материалов и концентрации напряжений, действительное неотрицательное число большее или равное 1, по умолчанию 1;

- *Чувствительности материала к концентрации* – коэффициент чувствительности материала к концентрации напряжений,  $q$ , [18, п. 6.4], значение определяется в зависимости от применяемых материалов и концентрации напряжений, действительное неотрицательное число от большее или равное 0, меньшее или равное 1.

- *Запаса прочности* – коэффициент запаса прочности при расчёте на дополнительные нагрузки,  $n$ , [11, п. 2.5.2], действительное неотрицательное число большее или равное 1, по умолчанию 1,15.

- *Учёта условий эксплуатации* – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации трубопроводов,  $\eta$ , [11, п. 1.5.7], действительное неотрицательное число меньшее или равное 1, по умолчанию 1.

## Бесканальная прокладка в грунте

<input type="checkbox"/> Бесканальная прокладка в грунте	Да
Высота засыпки в начале	2100 мм
Высота засыпки в конце	2100 мм
Ширина траншеи	500 мм
Тип грунта основания	1
Тип грунта сверху	1
Тип грунта сбоку	1
Коэффициент $N_m$ (РД 10-400-01, та	0.67
Угол между основанием и откосом	45 град
Коэффициент уменьшения плотности	0.9
Компенсирующая подушка	Средняя
Толщина подушки	150 мм

Задание и удаление бесканальной прокладки производится выбором *Да* или *Нет* в выпадающем списке пункта *Бесканальная прокладка в грунте*. При удалении бесканальной прокладки (грунта) производится удаление автоматически вставленных сечений для моделирования взаимодействия с грунтом

Характеристики модели системы “труба–изоляция–компенсирующая подушка–грунт” вычисляются программно по заданным параметрам.

- *Бесканальная прокладка в грунте* – признак бесканальной прокладки для детали.

- *Высота засыпки (в начале и конце детали)* – высота засыпки от верхней образующей кожуха изоляции до поверхности земли (глубина заложения по верхней отметке), действительное неотрицательное число, мм.

- *Ширина траншеи* – расчетная ширина траншеи на уровне верхней образующей кожуха изоляции, мм.
- *Тип грунта* – выбор типа грунта основания, засыпки сверху и сбоку, из списка грунтов, заданных в пункте [Грунты...](#) меню *Данные*, или задание нового типа грунта.
- *Коэффициент Nm* (РД 10-400-01, таблица 5.3) – коэффициент, зависящий от конструкции изоляции и характера нагружения, принимается по [4, 5, 6].
- *Угол между основанием и откосом траншеи* – угол, град, диапазон от 0 до 90 град, используется только в нормах **АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014)**.
- *Коэффициент, учитывающий уменьшение плотности грунта засыпки по сравнению с грунтом ненарушенной структуры* – действительное, положительное число, используется только в нормах **АСТРА-МАГИСТР (ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014)**.
- *Компенсирующая подушка* – указание наличия компенсирующей подушки и выбор её типа (*мягкая, средняя, жесткая*)

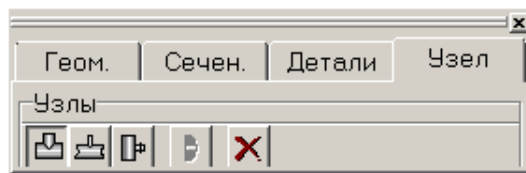
<b>Компенсирующая подушка</b>		Нет
		Нет
		Мягкая
		Средняя
		Жёсткая

<input type="checkbox"/>	<b>Компенсирующая подушка</b>	Средняя
	Толщина подушки	150

- *Толщина подушки* – действительное положительное число, мм. Данное поле появляется в случае выбора типа компенсирующей подушки.  
Также см. пункт [Грунты...](#), меню *Данные*.

## Панель ввода. Закладка Узел



В закладке [Узел](#) вводится информация по тройникам, врезкам труба в трубу, жесткостям штуцеров оборудования расчетной модели и задаются днища/крышки.

## Тройник

Тройник	
Тип тройника	Сварной
Учёт повыш. оболочечной податливости	Нет
<input type="checkbox"/> Магистраль	
Наружный диаметр	820 мм
Толщина стенки	18 мм
<input type="checkbox"/> Штуцер	
Наружный диаметр	810 мм
Толщина стенки	18 мм

Описание диалогового окна см. пункт [Тройник](#) меню *Редактор*.

## Врезка трубы в трубу

Полный аналог [Тройника](#) (по возможному учету оболочечной податливости и интенсификации-концентрации напряжений), но при задании меньшего числа геометрических параметров – принимается, что диаметр и толщина штуцера и корпуса равны таковым для соединяемых труб.

### АЭС, СУДПРОМ

Врезка трубы в трубу	
Учёт повыш. оболочечной податливости	Да
Ширина	0 мм
Толщина	0 мм

### НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013) ТЕПЛОСЕТЬ, МАГИСТР (СП 36.13330.2012)

Врезка трубы в трубу	
Учёт повыш. оболочечной податливости	Да
Ширина	0 мм
Толщина	0 мм

### ТЭС, НЕФТЕХИМ (РГМ 38.001-94), МАГИСТР (ГОСТ Р 55989-2014, ГОСТ Р 55990-2014), СВД

Врезка трубы в трубу	
Учёт повыш. оболочечной податливости	Да

- Учет повышенной оболочечной податливости – выберете *Да*, если такой учет нужен;

Для врезки могут быть заданы дополнительные данные в зависимости от отраслевой ветви:

### АЭС, СУДПРОМ

- Толщина “прилива”
  - На магистрали – действительное неотрицательное число, мм
  - На штуцере – действительное неотрицательное число, мм

### НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013) ТЕПЛОСЕТЬ, МАГИСТР (СП 36.13330.2012)

- **Накладка**

- *Ширина* – ширина накладки, действительное положительное число, мм
- *Толщина* – толщина накладки, действительное положительное число, мм

## Штуцер оборудования

Учет заданных или вычисляемых жесткостей штуцерного узла оборудования проводится только для режима расчета “Учет повышенной оболочечной податливости тройников/жесткостей штуцеров оборудования”. См также Статическая и циклическая прочность (**СТАЦ**).

Данная опция является частным (упрощенным) случаем моделирования влияния оборудования на НДС трубопроводов. Общим и более строгим приемом является формирование и учет матричных суперэлементов (матриц жесткости и масс и вектора нагрузок (см. меню *Данные*, пункты [Учет матричных суперэлементов](#), [Формирование матричных суперэлементов](#)).

Штуцер оборудования		
Учёт повыш. оболочечной податлив.	Да	
<input type="checkbox"/> <b>Линейные жесткости</b>		
По оси X'	7.866066E+07	кН/м
По оси Y'	7.866066E+07	кН/м
По оси Z'	1.434862E+07	кН/м
<input type="checkbox"/> <b>Угловые жесткости</b>		
Вокруг оси X'	629992.8	кН*м/рад
Вокруг оси Y'	165444.2	кН*м/рад
Вокруг оси Z'	1.3008E+09	кН*м/рад
<b>Расчёт жёсткостей</b>	>>	

б

- *Учет повышенной оболочечной податливости* – выберите *Да*, если такой учет нужен;

- *Линейные жесткости* – заданные линейные жесткости штуцера оборудования по направлениям локальных осей  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , кН/м (кг/см), действительные неотрицательные числа.

- *Угловые жесткости* – заданные угловые жесткости штуцера оборудования вокруг осей  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , кНм/рад (кгсм/рад), действительные неотрицательные числа.

Принятая ориентация локальных осей (для ортогональных штуцеров оборудования), образующих правую декартову тройку:

$X'$  – перпендикулярно плоскости Т-образного соединения

$Y'$  – вдоль оси оборудования (сосуда, обечайки колонны)


$Z'$  – вдоль оси штуцера

Значения этих жесткостей определяются предварительно: реже экспериментальными методами, чаще – численным трехмерным или



пространственно-оболочечным моделированием зоны “сосуд–патрубок” или всего сосуда с использованием соответствующих конечноэлементных ПК (**СТАДИО**, **ANSYS**, **ABAQUS**, **NASTRAN** и других).

Для удобства пользователей введен калькулятор (см. поле *Расчет жесткостей*) для вычисления жесткостей штуцерных узлов в оборудовании по аналитическим зависимостям, принятым в нормативных документов [3], [16].

*Расчёт жёсткостей* – нажмите кнопку  в этом поле для расчета локальных жесткостей штуцерного узла оборудования (сосудов, аппаратов) по характеристикам входящих труб (см. Приложение 4, Общее описание [76]).

Расчёт жёсткостей штуцеров оборудования

ТИП ОБЕЧАЙКИ

Цилиндрическая

Корпус

Наружный диаметр

580

мм

Толщина стенки

10

мм

Расчётная длина

0

мм

☐ Накладное кольцо

Толщина кольца

0

мм

Ширина кольца

0

мм

Штуцер

Наружный диаметр

80

мм

Толщина стенки

6

мм

Смещение штуцера от середины

0

мм

☐ Утолщение стенки штуцера

Толщина стенки в зоне утолщения

0

мм

Длина усиленной части

0

мм

Результаты (жёсткости штуцера оборудования)

По X'

0

кН/м

Вокруг X'

0

кН\*м/рад

По Y'

0

кН/м

Вокруг Y'

0

кН\*м/рад

По Z'

0

кН/м

Вокруг Z'

0

кН\*м/рад

Кoeffициент Пуассона

0.3

Модуль упругости

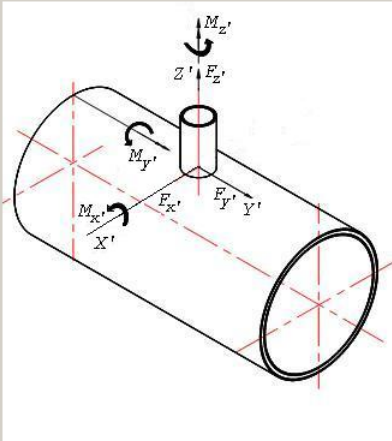
180000

МПа

OK

Расчёт

Выход



Москва, 2020

299

Калькулятор предназначен для вычисления локальных жёсткостей штуцерных узлов тонко- и среднестенного оборудования (сосуды, аппараты и пр.) по формулам действующих российских [3], и передовых зарубежных (ASME [16], BS, EC) норм. В настоящем релизе доступен расчет трех угловых и продольной (по оси штуцера) жесткостей радиального соединения “штуцер–цилиндрическая обечайка”.

#### Закладка *Цилиндрическая обечайка*

- *Корпус* – задаются или заимствуются из АСТРА-модели геометрические характеристики корпуса “оборудования”, к которому примыкает рассматриваемый трубопровод.

- *Наружный диаметр* – наружный диаметр корпуса, мм, положительное действительное число. По умолчанию – по данным АСТРА-модели.

- *Толщина стенки* – толщина стенки корпуса, мм, положительное действительное число. По умолчанию – по данным АСТРА-модели.

- *Расчетная длина* – расчётная (эквивалентная) длина участка корпуса, на котором расположен штуцер, мм, положительное действительное число. Обязательный параметр, задается "вручную", влияет на осевую жесткость штуцера.

- *Накладное кольцо* – опция выбирается при наличии накладного кольца, и задаются геометрические характеристики – толщина и ширина накладного кольца.

- *Толщина кольца* – толщина накладного кольца, мм, положительное действительное число.

- *Ширина кольца* – ширина накладного кольца, мм, положительное действительное число.

- *Штуцер* – задаются или заимствуются из АСТРА-модели геометрические характеристики трубопровода, который примыкает к корпусу “оборудования”.

- *Наружный диаметр* – наружный диаметр штуцера, мм, положительное действительное число. По умолчанию – по данным АСТРА-модели.

- *Толщина стенки* – толщина стенки штуцера, мм, положительное действительное число. По умолчанию – по данным АСТРА-модели.

- *Смещение штуцера от середины* – расстояние между центром штуцера и серединой расчетной длины  $L$  участка обечайки, на котором расположен штуцер, мм, действительное число. По умолчанию принимается равным нулю, необязательный параметр.

- *Утолщение стенки штуцера* – опция выбирается при наличии утолщения стенки штуцера в зоне примыкания её к обечайке, и задаются геометрические характеристики – толщина стенки в зоне утолщения и длина усиленной части.

- *Толщина стенки в зоне утолщения* – толщина усиленной стенки штуцера, мм, действительное неотрицательное число.

- *Длина усиленной части* – длина усиленной части штуцера, мм, действительное неотрицательное число.

- *Модуль упругости* – значение модуля упругости материала корпуса, МПа. По умолчанию – по данным АСТРА-модели для рабочего состояния.

- *Коэффициент Пуассона* – значение коэффициента Пуассона материала корпуса, по умолчанию 0,3.

- *Результаты (жёсткости штуцера оборудования)* – линейные и угловые жесткости штуцерного узла в локальной системе координат:

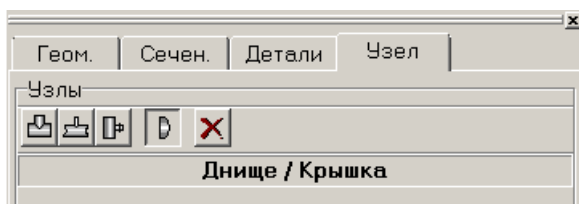
- По  $X'$  – сдвиговая жёсткость по оси  $X'$
- По  $Y'$  – сдвиговая жёсткость по оси  $Y'$
- По  $Z'$  – осевая жёсткость по оси  $Z'$
- Вокруг  $X'$  – угловая жесткость вокруг оси  $X'$  (в плоскости соединения)
- Вокруг  $Y'$  – угловая жесткость вокруг оси  $Y'$  (из плоскости соединения)
- Вокруг  $Z'$  – угловая жесткость вокруг оси  $Z'$  (крутящая)
- ОК – кнопка позволяет провести расчёт жёсткостей штуцерного узла оборудования и выйти из калькулятора с занесением вычисленных жёсткостей в исходные данные АСТРА-модели.
- Расчет – расчёт жёсткостей штуцерного узла оборудования.

Результаты (жёсткости штуцера оборудования)

По $X'$	<input type="text" value="0"/>	кН/м	Вокруг $X'$	<input type="text" value="0"/>	кН*м/рад
По $Y'$	<input type="text" value="0"/>	кН/м	Вокруг $Y'$	<input type="text" value="0"/>	кН*м/рад
По $Z'$	<input type="text" value="0"/>	кН/м	Вокруг $Z'$	<input type="text" value="0"/>	кН*м/рад

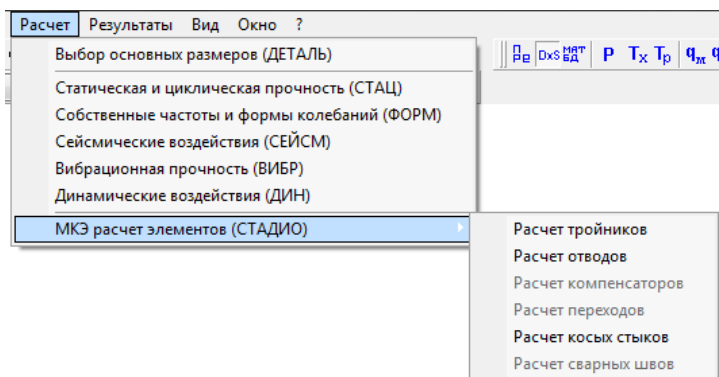
- Выход – выход из калькулятора без сохранения результатов расчета.

## Днище/Крышка



Задается в “консольных” узлах. Значимо для режима (опции) “Учет осевых сил от давления” (см. меню *Данные*, пункт *Общие данные*, закладка [Общие данные](#)). Отображается во всех режимах визуализации-анимации *Пре*- и *Постпроцессора*. В случае отсутствия крышки в консольном узле выдаётся предупреждение в окне диагностики. Днища или крышки, заданные в не консольных узлах, не учитываются при расчёте.

## Меню Расчет



Данное окно появляется при выборе меню *Расчет*

<b><u>Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ)</u></b>	Расчёт по выбору основных размеров
<b><u>Статическая и циклическая прочность (СТАЦ)</u></b>	Расчет на статическую и циклическую прочность
<b><u>Собственные частоты и формы колебаний (ФОРМ)</u></b>	Расчет собственных частот и форм колебаний
<b><u>Сейсмические воздействия (СЕЙСМ)</u></b>	Расчет на сейсмические воздействия
<b><u>Вибрационная прочность (ВИБР)</u></b>	Расчет на вибрационные воздействия
<b><u>Динамические воздействия (ДИН)</u></b>	Расчет на динамические воздействия
<b><u>МКЭ расчет элементов (СТАДИО)</u></b>	МКЭ расчет тройников, отводов, компенсаторов, переходов, косых стыков, сварных швов.

Рекомендуемая последовательность проведения расчётов: *ДЕТАЛЬ*  $\Rightarrow$  *СТАЦ*  $\Rightarrow$  *ФОРМ*  $\Rightarrow$  *СЕЙСМ*  $\Rightarrow$ ...

Уточняющий *МКЭ расчет элементов (СТАДИО)* доступен только после успешного завершения статического или сейсмического расчетов.

## Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ)

Расчёт по выбору основных размеров

Параметры

Нормы расчёта: АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-

Способ выбора:

☒ Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру ( $D_n$ )

☐ Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру ( $D_y$ )

Вывод результатов:

☒ Внести подобранные детали в исходные данные

☒ Выдать отчёт

ОК Отмена

Окно *Расчёт по выбору основных размеров* появляется при указании в меню *Расчет* пункта *Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ)*. Вид окна зависит от выбранных опций пункта *Способ выбора* в том же окне. Первоначально (по умолчанию), это окно имеет вид, показанный выше. Если же в пункте *Способ выбора* используется опция *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру ( $D_y$ )*, то это окно выглядит следующим образом:

## Закладка Параметры

The screenshot shows a software window titled "Расчёт по выбору основных размеров" (Calculation by selection of main dimensions). The "Параметры" (Parameters) tab is active. It contains the following elements:

- A label "Нормы расчёта" (Calculation norms) with a dropdown menu showing "АСТРА-ТЭС (РД 10-249-98)".
- A section "Способ выбора" (Selection method) with two radio buttons:
  - ☒ "Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)" (Calculation of minimum wall thickness of parts by outer diameter (Dн)).
  - ☐ "Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dу)" (Selection of parts with minimum wall thickness from the database by nominal diameter (Dу)).
- A section "Вывод результатов" (Output of results) with two checked checkboxes:
  - ☒ "Внести подобранные детали в исходные данные" (Enter selected parts into the initial data).
  - ☒ "Выдать отчёт" (Issue report).
- At the bottom, there are two buttons: "Расчёт" (Calculate) and "Отмена" (Cancel).

На закладке *Параметры* производятся настройки расчёта.

- *Нормы расчёта* – раскрывающийся список, в котором указываются нормы, по которым будет проводиться расчёт.

- *Способ выбора*:

- *Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)* – расчёт минимальной толщины стенки деталей трубопровода, исходя из заданных пользователем расчётных параметров;

- *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dу)* – выбор деталей из сортамента с минимальной толщиной стенки;

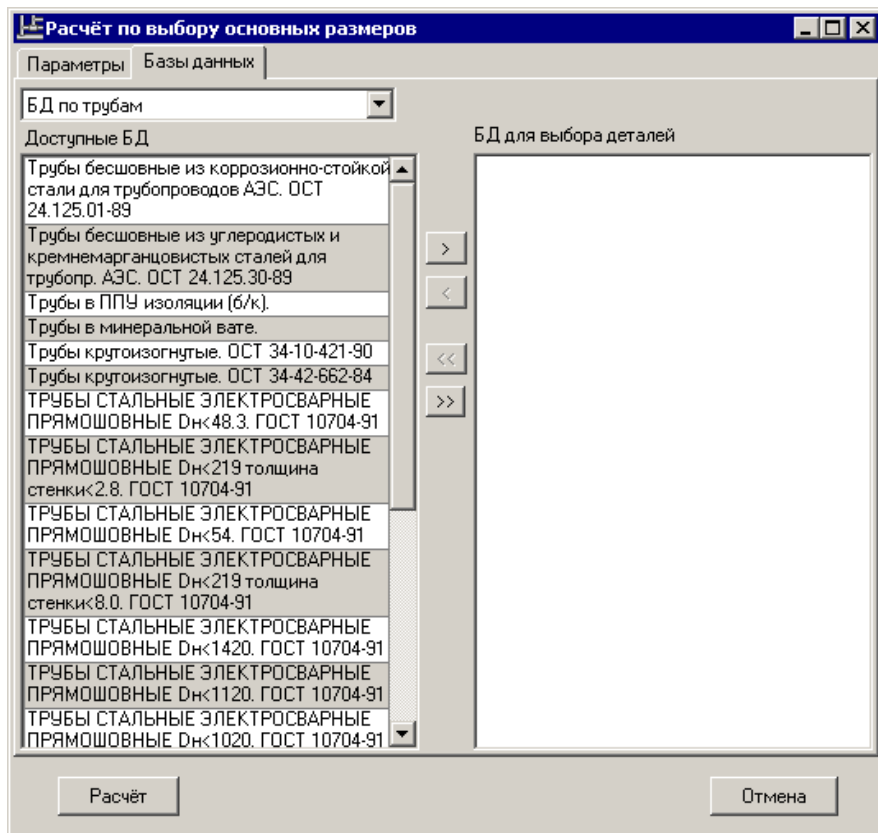
- *Вывод результатов*:

- *Внести подобранные детали в исходные данные* – поставьте флажок, если необходимо внесение выбранных характеристик деталей в расчётную модель. В режиме *Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)* в модель будут внесены рассчитанные номинальные толщины стенок деталей, в режиме *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dу)* – наружный диаметр и толщина стенки деталей, выбранных из БД.

Визуализация внесённых характеристик осуществляется с помощью пиктограммы *Сортамент труб*, подробнее см. панель инструментов [Визуализация](#).

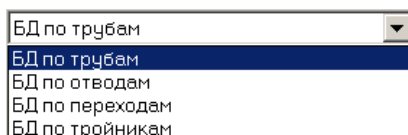
- *Выдать отчёт* – вывод сводной таблицы результатов расчёта, содержащий основные параметры выбранных деталей (подробнее в разделе *Сводные таблицы Деталь*).

## Закладка Базы данных





Закладка *Базы данных* позволяет указать базы данных по деталям, которые будут использоваться при проведении выбора деталей. Данная закладка активна только при выборе деталей по условному диаметру (отмечен пункт *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dy)* в блоке *Способ выбора*)



Раскрывающийся список в левом верхнем углу окна обеспечивает переключение списков баз данных для различных типов деталей: прямых труб, отводов (гибов), переходов и тройников.



• *Доступные БД* – в этом окне высвечиваются базы данных по деталям Вашего проекта. Подробнее о базах данных, их редактировании и создании новых в разделе *Базы данных*.

• *БД для выбора деталей* – в окне содержатся только те БД, из которых будет проводиться выбор деталей. Чтобы выбрать БД для расчета из доступных, необходимо выделить в окне *Доступные БД* нужную, и, нажав кнопку , перенести эту БД в окно *БД для выбора деталей*. Также это можно сделать двойным щелчком левой клавишей мыши по названию БД.

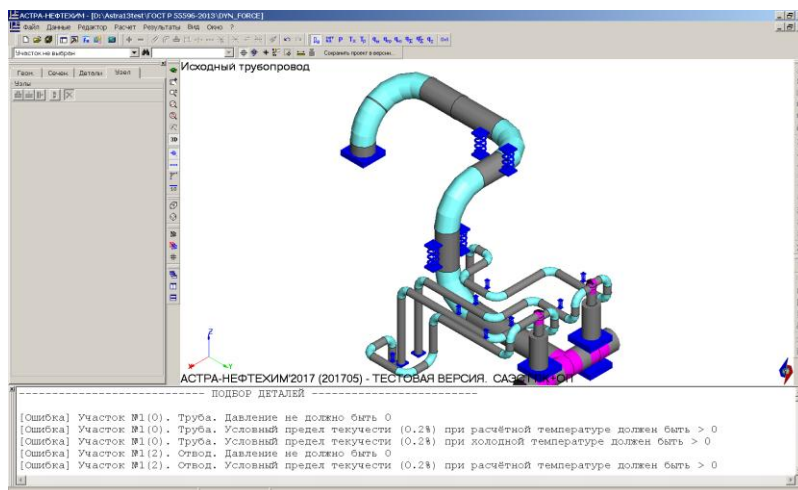
Если какую-либо базу данных нужно исключить из расчётных, выделите ее в окне *БД для выбора деталей*, и воспользуйтесь кнопкой .

Кнопки   обеспечивают перенос всех баз данных из одного окна в другое.

Уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

После нажатия клавиши *Расчёт* в диалоге *Расчёт по выбору основных размеров*, *Препроцессор* проводит окончательную проверку данных расчетной модели. В случае обнаружения ошибочных ситуаций расчет не проводится, а в окне *Сообщения* появляются диагностические сообщения.



После исправления пользователем некорректных данных модели расчет выполняется повторным вызовом окна *Расчёт по выбору основных размеров* и нажатием кнопки *Расчёт*.



## Статическая и циклическая прочность (СТАЦ)

### Закладка Общие данные

The screenshot shows a software window titled "Расчет на статическую и циклическую прочность" with a close button (X) in the top right corner. The window has two tabs: "Общие данные" (selected) and "Параметры".

Under the "Общие данные" tab, the following settings are visible:

- Вид расчёта:** A dropdown menu showing "Расчёт с заданными жёстк. и раб. нагрузками пружин".
- Учёт испытаний и доп. режимов:** A checked checkbox.
- Нормы расчета:** A dropdown menu showing "АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01)".
- Тип трубопровода:** A dropdown menu showing "Низкотемпературный".
- Количество "дополнительных" режимов:** A numeric input field with the value "0".
- Учёт трения:** A dropdown menu showing "Методика института "Гипрокаучук".

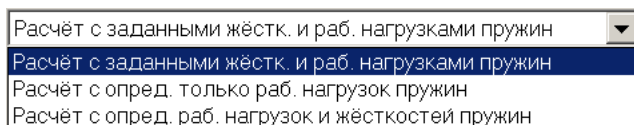
At the bottom of the window, there are two buttons: "Расчет" and "Отмена".

Окно *Расчёт на статическую и циклическую прочность* появляется при указании в меню *Расчет* пункта *Статическая и циклическая прочность (СТАЦ)*. Вид окна зависит от выбранных норм расчёта.

На закладке *Общие данные* производятся основные настройки расчёта. Подробное описание полей данной закладки приводится в меню *Данные, Общие данные*.

В версиях **АСТРА-НОВА'2011** и более ранних расчеты проводились в соответствии с номерами расчетов и этапов. В версии **АСТРА-НОВА'2021** расчет выполняется в соответствии с выбранными в поле *Вид расчета* пунктами и полем *Учет испытаний и дополнительных режимов*.

Соответствие номеров расчетов предыдущих версий комплекса **АСТРА-НОВА** и названиями расчетов версии **АСТРА-НОВА'2021** см. *Общее описание*, [76, раздел 5.4].



• *Вид расчета* – для проведения расчета на статическую и циклическую прочность в этом поле выберите один из следующих вариантов:

- *Расчет с заданными жёсткостями и рабочими нагрузками пружин* – расчет выполняется с заданными характеристиками пружинных подвесок и опор или при отсутствии пружин.

- *Расчет с определением только рабочих нагрузок пружин* – расчет выполняется при заданных (известных) жесткостях пружинных подвесок и опор и при необходимости определения рабочих нагрузок на пружины. После окончания расчета для подбираемых пружин и пружин пользователя полученные рабочие нагрузки могут быть внесены в данную расчетную модель по желанию пользователя.

- *Расчет с определением рабочих нагрузок и жёсткостей пружин* – выполняется подбор характеристик пружинных подвесок и опор с возможностью последующего их использования в расчетной модели (см. также закладка *Параметры* поле *Пружины*).

- *Учет испытаний и дополнительных режимов* – поставьте флажок, если необходим расчет на условия испытаний, а при необходимости также задайте значение в поле *Количество “дополнительных” режимов*.

- *Нормы расчета* – информационное поле;

- *Тип трубопровода* – (см. меню *Данные* подменю *Общие данные* закладка [Общие данные](#));

- *Коэффициент перегрузки* – (см. меню *Данные* *Общие данные* закладка [Общие данные](#));

- *Количество “дополнительных” режимов* – (см. меню *Данные* *Общие данные* закладка [Общие данные](#));

- *Учёт трения* – выберите один из пунктов:

- *Нет*

- *Методика института “Гипрокаучук”*

- *Методика НПО ЦКТИ*

## Закладка Параметры

The screenshot shows a software dialog box titled "Расчет на статическую и циклическую прочность" (Calculation for static and cyclic strength). It has two tabs: "Общие данные" (General data) and "Параметры" (Parameters), with the latter being the active tab. The dialog contains several checkboxes for selecting calculation parameters. Under the "НДС от давления" (Stress from pressure) section, there are four options, with the first one checked. A "По умолчанию" (By default) button is located to the right of this section. Below, in the "Пружины" (Springs) section, there is a text field for "Кол-во приближений при выборе" (Number of approximations when choosing) set to 2, and two checkboxes, with the second one checked. At the bottom of the dialog are two buttons: "Расчет" (Calculate) and "Отмена" (Cancel).

**Расчет на статическую и циклическую прочность**

Общие данные | **Параметры**

☐ Учёт трения при испытаниях

☐ Учёт температурных деформаций при испытаниях

☐ Учёт боковых реакций в подвесках в холодном состоянии

☒ Автоматическая вставка сечений для моделирования грунта

НДС от давления

☒ Учет осевых сил от давления в линзовых/сильфонных компенсаторах

☐ Учет осевых сил от давления в других элементах

☐ Учёт осевой деформации от давления (эффект Ляме)

☐ Учёт манометрического эффекта в отводах с эллиптичностью

По умолчанию

Пружины

Кол-во приближений при выборе

☐ Подбор с учётом испытаний

☒ Учёт отрыва/зазоров в опорах при определении рабочих нагрузок

Расчет Отмена

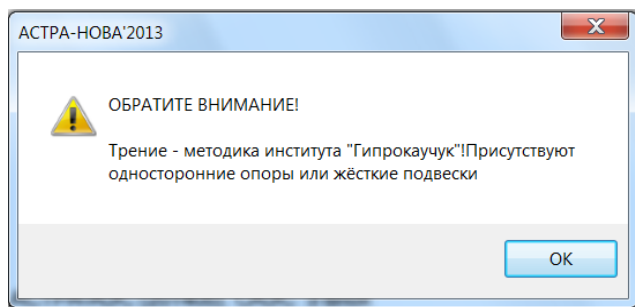
Описание закладки *Параметры* см. меню *Данные*, подменю *Общие данные*, закладка [Параметры](#).

Отметьте нужный вид расчета, уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

### Информационные сообщения в диалоге *Расчёт на статическую и циклическую прочность*.

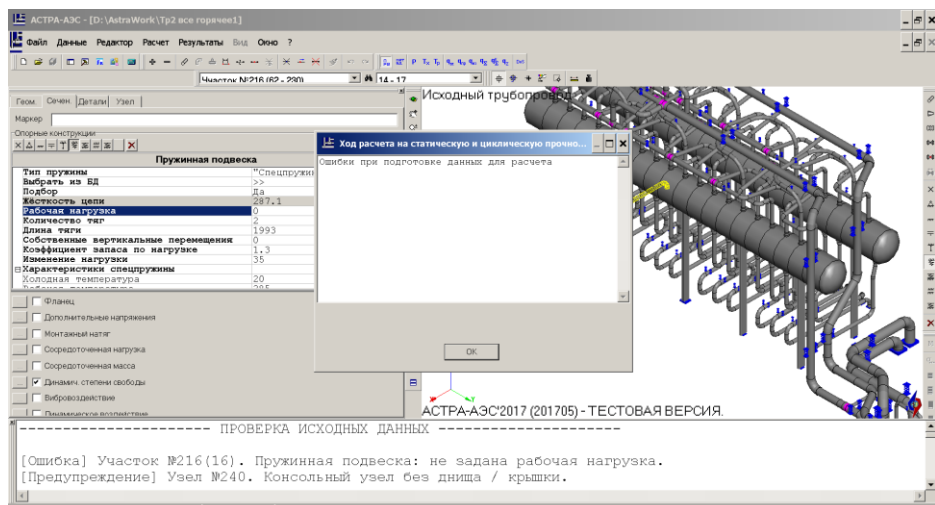
После нажатия кнопки *Расчёт* в появившемся окне, например,



Могут быть следующие информационные сообщения, на которые рекомендуется обратить внимание:

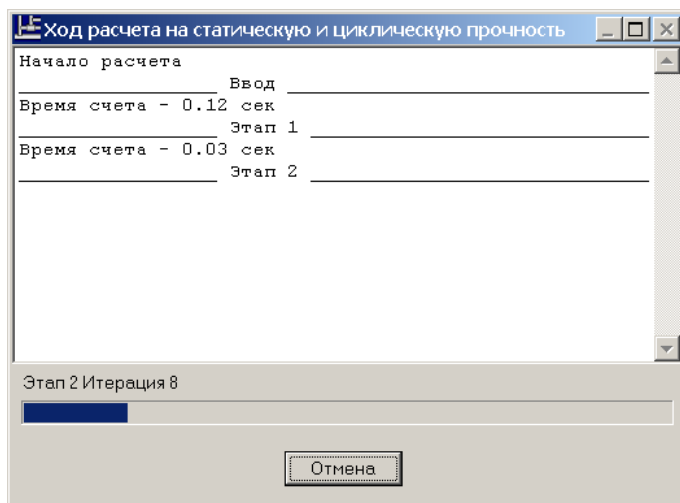
- *Задан учет осевых сил от давления!* – см. описание опции *Учет осевых сил от давления в других элементах*;
- *Присутствует арматура в грунте!*
- *Присутствуют компенсаторы в грунте!*
- *Присутствуют элементы кольцевого сечения в грунте!*
- *Расчет без учёта трения в опорах!* – если в модели есть опоры с трением, все коэффициенты трения в них нулевые и выбрана одна из методик учета трения.
- *Изменена методика учёта трения НПО ЦКТИ на методику института "Гипрокаучук",*
- *так как в модели присутствуют односторонние опоры, жёсткие подвески или участки трубопровода в грунте!* – для трубопроводов с односторонними опорами и (или) жесткими подвесками и (или) имеющих участки в грунте заказанная в меню *Расчет* методика трения института НПО ЦКТИ заменяется на методику института “Гипрокаучук”, так как трение по методике НПО ЦКТИ вводится только на этапе 3, что не позволяет корректно учесть возможности отрыва от указанных опор.
- *Для высокотемпературного трубопровода рекомендуется учёт трения по методике института «Гипрокаучук»!*

После нажатия клавиши *Расчет* в диалоге [Расчет на статическую и циклическую прочность](#) Препроцессор проводит окончательную проверку данных расчетной модели. В случае обнаружения ошибочных ситуаций расчет не проводится, а в окне *Сообщения* появляются диагностические сообщения.



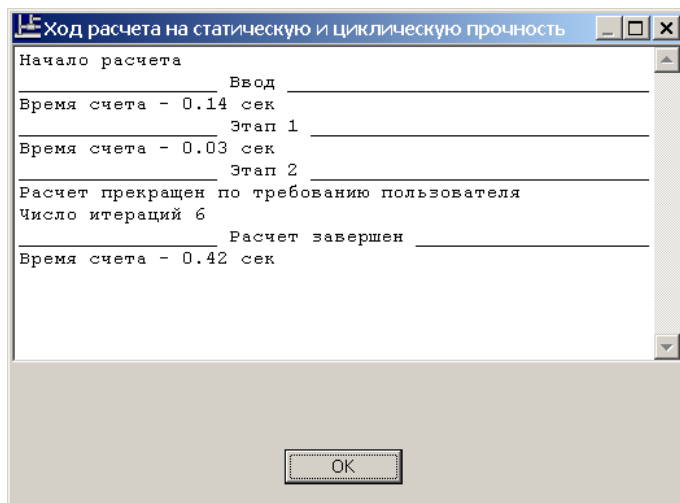
После исправления пользователем некорректных данных модели расчет выполняется повторным вызовом окна *Расчёт на статическую и циклическую прочность* и нажатием кнопки *Расчёт*.

В соответствии с выбранным видом расчета, последовательность его этапов отражается в окне *Ход расчета на статическую и циклическую прочность*.

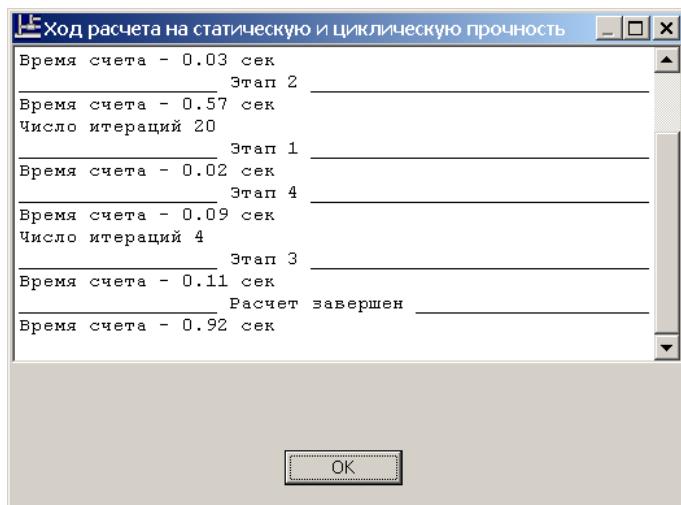


При проведении расчета с учетом трения/отрыва/зазоров в опорах и подземных трубопроводах, а также при выборе пружин за номером этапа в скобках указан номер итерации.

Если пользователь хочет прервать расчет, ему необходимо нажать на панели клавишу *Отмена* или на клавиатуре клавишу *Esc*, после чего в окне появится сообщение *Расчёт прекращён по требованию пользователя*.



После принудительного или успешного окончания расчета (сообщение *Расчет завершен*) следует нажать на панели клавишу *OK*.



Ход расчета сохраняется в протоколе расчета (*Протоколы* меню *Результаты*).

#### Анализ результатов расчета на статическую и циклическую прочность


Основные результаты расчета на статическую и циклическую прочность:

- визуализация результатов (перемещений, усилий, напряжений, нагрузок на опоры, характеристик пружинных подвесок);
  - сводные таблицы (СТАЦ);
  - сводные таблицы пользователя;
- доступны в меню [Результаты](#).

На любом этапе статического расчета трубопровода в окне *Ход расчета на статическую и циклическую прочность* может появиться следующая диагностика, влекущая прекращение расчета:

- *Матрица жесткости системы не положительно определена* – сообщение свидетельствует о плохой обусловленности матрицы разрешающей системы уравнений. Одна из возможных причин – отсутствие в расчетной схеме трубопровода необходимого числа связей, препятствующих его смещениям как жесткого целого. Другая возможная причина – “контрастность” жесткостей различных участков системы и (или) чрезмерная гибкость участков. “Контрастность” следует уменьшить путем иного, снижающего эту “контрастность”, разбиения расчетной схемы на суперэлементы (участки). Чрезмерную гибкость можно уменьшить путем введения в расчетную схему дополнительных узлов.

- *Ошибка. Рабочая нагрузка пружинной подвески/опоры превышает максимальную табличную* – сообщение появляется в случае, если при выборе вида расчёта *Расчет с определением рабочих нагрузок и жёсткостей пружин* рабочая

нагрузка на одну тягу превышает максимально возможную для указанного типа пружинной подвески/опоры. Расчет прерывается и в окне *Сообщения* в *Информации о превышении критериев* (пункт [Превышение критериев](#) меню *Результаты*) выдаётся соответствующая диагностика. Кроме того, в протокол расчёта (см. [Протоколы](#) меню *Результаты*) выводится диагностическое сообщение с указанием, в какой именно пружинной подвеске/опоре и при каких значениях нагрузки зафиксировано это превышение. Также выводится всплывающее сообщение *Жесткости пружин не подобраны* в системной области уведомлений (значок АСТРА-НОВА  на панели инструментов “systray”) программы.

Подробное описание выдаваемых результатов расчёта см. *Общее описание* и меню [Результаты](#).

Анализ результатов статического расчета проводится путем визуализации перемещений, усилий, расчётных напряжений и нагрузок на опоры (меню [Результаты](#)) по каждому этапу расчёта.

Сводные таблицы (меню *Результаты*, [Сводные таблицы \(СТАЦ\)](#)) дают возможность оценить результаты по этапам расчёта. В сводных таблицах представлены перемещения, усилия, напряжения, оценка циклической повреждаемости, оценка общей и местной устойчивости, оценка дополнительных нагрузок, количество циклов, нагрузки на опорные конструкции и оборудование, характеристики подобранных пружинных подвесок, оценка прочности и герметичности фланцевых соединений, взаимные перемещения торцов компенсаторов.

Краткая информация по нарушению критериев прочности и деформативности трубопровода по этапам статического расчета выводится по деталям расчетной модели в окно *Сообщения* (просмотр этой информации также возможен с помощью пункта *Превышение критериев* меню *Результаты*).

При расчете моделей с учетом трения/отрыва/зазоров в опорных конструкциях можно оценить процесс сходимости и улучшить расстановку опор, используя протокол сходимости (меню *Результаты*, *Протоколы* пункт [Протокол сходимости](#)).

См. также [Визуализация перемещений](#), [Визуализация усилий](#), [Визуализация напряжений](#), и [Визуализация нагрузок на опоры/оборудование](#), [Сводные таблицы \(СТАЦ\)](#), [Сводные таблицы пользователя](#).

Описание этапов расчета на статическую и циклическую прочность см. *Общее описание*, [76, раздел 5.4].

## **Собственные частоты и формы колебаний (ФОРМ)**

Для определения собственных частот и форм колебаний предварительно рекомендуется в представительных сечениях модели расставить массы и массовые моменты инерции (динамические степени свободы), см. меню *Данные* пункт [Автоматическая расстановка масс](#) и пункты [Динамические степени свободы](#) и [Сосредоточенная масса](#) (*Панель ввода*, закладка *Сечение*).



## Закладка Параметры

**Расчет собственных частот и форм колебаний**

Параметры

Число определяемых форм колебаний	<input type="text"/>	Нижняя граница диапазона частот	<input type="text" value="0"/>
Предельно допустимое число итераций	<input type="text" value="100"/>	Верхняя граница диапазона частот	<input type="text" value="33"/>
Априорная оценка кратности частот	<input type="text" value="5"/>	Сдвиг	<input type="text"/>
Точность выч. высшей собственной частоты	<input type="text" value="5E-5"/>	Единицы измерения частоты	<input type="text" value="Гц"/>

☒ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

Масштабные коэффициенты жёсткости для "грунтовых" опор

По X'	<input type="text" value="1"/>	По Y'	<input type="text" value="1"/>	По Z'	<input type="text" value="1"/>
-------	--------------------------------	-------	--------------------------------	-------	--------------------------------

Расчет      Отмена

- *Число определяемых форм колебаний* – число учитываемых собственных форм колебаний расчетной модели, целое положительное число от 1 до 4000;

- *Предельно допустимое число итераций* – предельно допустимое число итераций, по достижению которого процесс определения собственных частот/форм будет завершен, целое положительное число от 1 до 1000;

- *Априорная оценка кратности частот* – априорная оценка максимальной кратности вычисляемых собственных частот. По умолчанию равно 5. Максимальное значение 10. Для ускорения счета и уверенного определения кратных (и близких к кратным) частот и форм рекомендуется задавать в диапазоне (5–10), целое положительное число от 1 до 10;

- *Точность вычисления высшей собственной частоты* – рекомендуемый диапазон  $0,00001 < e < 0,01$ , по умолчанию  $e = 0,00005$ . Наиболее точно при отсутствии сдвига определяются нижние частоты, при наличии сдвига – ближайшие к значению сдвига. Увеличение точности расчета требует увеличения числа итераций и времени расчета.

- *Нижняя (верхняя) граница диапазона частот* – соответственно нижняя и верхняя граница диапазона определяемых собственных частот колебаний. Если диапазон не задан, будет вычислено заданное число определяемых минимальных собственных частот. Если одновременно заданы *Число определяемых форм колебаний* и *диапазон частот*, будет вычислено заказанное число частот в этом диапазоне.

- *Сдвиг* – служит для ускорения вычисления частот в заданном пользователем диапазоне. Быстрее всего будут определены ближайшие к значению сдвига частоты.

Рекомендуется указывать среднее значение частоты для требуемого диапазона или несколько меньше (ближе к нижней границе).

- *Единицы измерения частоты* – в которых задаются диапазон частот и сдвиг (рад/с, Гц).

- *Учет трения/отрыва/зазоров в опорах или боковых жесткостей подвесок* – поставьте флажок, если такой учёт нужен. Возможность “инженерного” упрощенного учета трения/отрыва/зазоров в опорах при определении собственных частот и форм см. Общее описание [76].

- трение моделируется эквивалентными коэффициентами жесткости по направлениям действия трения, значения которых определяются программно из статического расчета (рабочее состояние (этап 2));

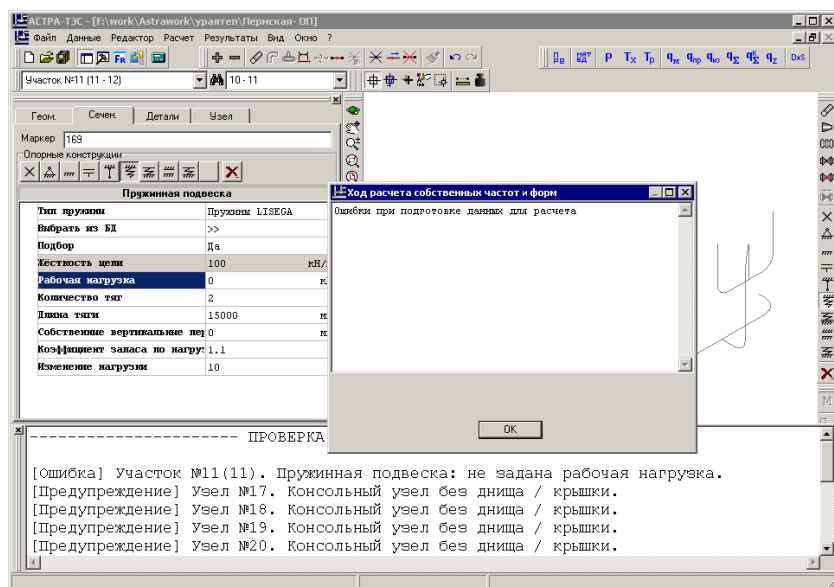
- статус опор (отрыв/не отрыв, зазор открыт/закрыт) передаётся из статического расчета (рабочее состояние (этап 2)).

- *Масштабные коэффициенты жесткости для грунтовых опор* – задаются при наличии в расчетной модели подземных участков для учета/коррекции жесткости фиктивных опор, моделирующих грунт. По умолчанию имеют значение 1 вдоль трех локальных осей (для горизонтальных и субгоризонтальных труб –  $X'$  – поперек оси трубы,  $Y'$  – вертикально,  $Z'$  – по оси трубы).

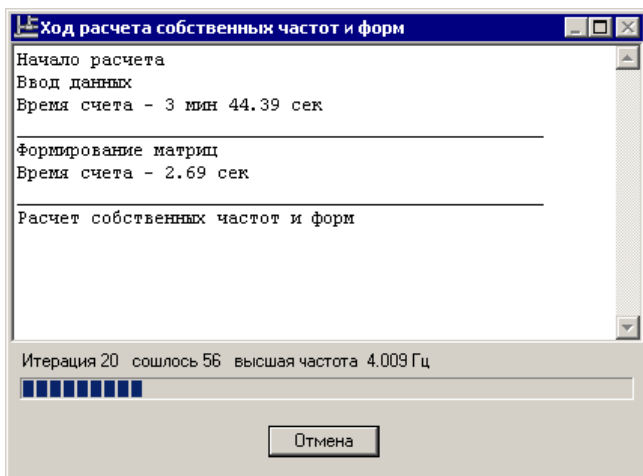
Уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

После нажатия клавиши *Расчёт* в диалоге *Расчёт собственных частот и форм*, *Препроцессор* проводит окончательную проверку данных расчетной модели. В случае обнаружения ошибочных ситуаций расчет не проводится, а в окне *Сообщения* появляются диагностические сообщения.

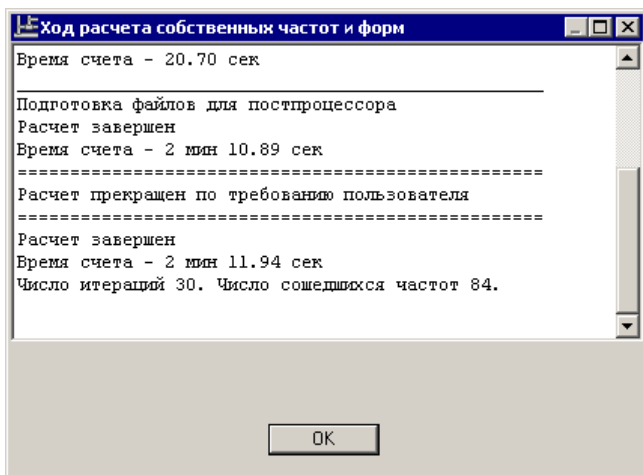


После исправления пользователем некорректных данных модели расчет выполняется повторным вызовом окна *Расчёт собственных частот и форм* и нажатием кнопки *Расчёт*.



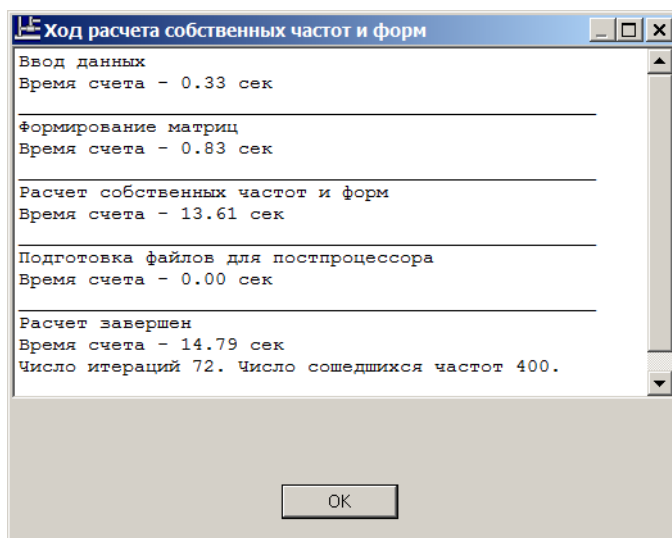
При проведении расчета в окне *Ход расчета собственных частот и форм* выводятся основные стадии расчёта собственных частот и форм, а также номер текущей итерации, количество вычисленных частот, значение последней вычисленной частоты. В конце расчёта выводится итоговое время счёта, число итераций и число сошедшихся частот.

Если пользователь хочет прервать расчет, ему необходимо нажать на панели клавишу “Отмена” или на клавиатуре клавишу *ESC*, после чего в окне появится сообщение *Расчёт преран по требованию пользователя*.



Если расчёт прерван пользователем в процессе вычисления собственных частот и форм колебаний, то для больших схем при повторении запуска на расчёт данные для вычисления заново не формируются. В таком случае используются данные, подготовленные при предыдущем расчёте.

После принудительного или успешного окончания расчета (сообщение *Расчет завершен*) следует нажать на панели клавишу *OK*.



При этом пользователь может проанализировать уже вычисленные частоты и формы колебаний, используя сводные таблицы (*ФОРМ*) и/или путем визуализации/анимации форм колебаний (меню [Результаты](#)).

Ход расчета сохраняется в протоколе расчета (*Протоколы* меню *Результаты*).

#### Анализ расчета собственных частот и форм колебаний

Основные результаты расчета собственных частот и форм колебаний:

- визуализация и анимация результатов (форм колебаний);
- сводные таблицы (*ФОРМ*);

доступны в меню [Результаты](#).

Анимация форм колебаний доступно и наглядно демонстрирует формы колебаний. Просмотр каждой формы возможен в индивидуальном режиме. Для одновременного просмотра нескольких форм колебаний после их выбора следует обратиться к опции *Делить вертикально/Делить горизонтально* меню [Окно](#).

Сводные таблицы (меню *Результаты*, [Сводные таблицы \(ФОРМ\)](#)) в удобном табличном виде представляют собственные частоты и формы с выделением максимальных элементов форм, соответствующих заказанным при просмотре частотам.

При расчёте собственных частот и форм колебаний трубопровода в окне *Ход расчета собственных частот и форм* может появиться следующая диагностика, влекущая прекращение расчета:

- “Минимальная частота не вычислена” – низшая частота, из заказанных пользователем, вычислена с большей погрешностью, чем указанная точность. Рекомендуется: уменьшить точность, или увеличить число предельных итераций или увеличить число определяемых частот.

- “Минимальная частота в заданном диапазоне не вычислена” – низшая частота в заданном пользователем диапазоне не вычислена с заданной точностью. Рекомендуется: уменьшить точность, или ввести большее число итераций, или задать большее число учитываемых форм колебаний, или расширить диапазон определяемых частот.

- “Выход из расчета собственных частот колебаний по достижении числа итераций” – при этом вычисленное с заданной точностью число частот меньше, чем заказано пользователем. Для определения нужного числа частот следует выполнить любые следующие действия: уменьшить точность вычисления высшей собственной частоты, уменьшить оценку кратности, задать большее число итераций, уменьшить диапазон частот, уменьшить количество определяемых форм колебаний (в случае его задания).

- “Не вычислено ни одной частоты” – проверьте задание точности вычисления высшей собственной частоты, предельного числа итераций, диапазона частот.

- “Квадрат низшей частоты меньше нуля. Проверьте динамическую расчетную модель. Возможно, она содержит чрезмерно контрастные жесткостные и/или массовые характеристики” – кроме причины, указанной в тексте сообщения, отрицательное значение квадрата низшей частоты может появиться, если указанное пользователем число определяемых форм колебаний слишком близко к общему числу степеней свободы расчетной схемы. Рекомендуется не превышать 1/3 от этого числа. При получении этого сообщения в результатах можно проанализировать частоты и собственные вектора в сводных таблицах и визуализировать формы колебаний.

## Сейсмические воздействия (СЕЙСМ)

Диалоговое окно Расчет на сейсмические воздействия позволяет подготовить необходимые данные и выбрать вариант расчета на сейсмовоздействия.

### Закладка Воздействия

The screenshot shows a dialog box titled "Расчет на сейсмические воздействия" with a close button (X) in the top right corner. It has two tabs: "Воздействия" (selected) and "Параметры".

Under the "Воздействия" tab, there are two lists:

- Доступные воздействия** (Available actions):
  - 1. Спектр (проекции)
  - 2. Акселерограмма (модуль)
- Расчетные воздействия** (Calculation actions):
  - 1. Акселерограмма (2) модуль
  - 2. Акселерограмма (2) модуль
  - 3. Акселерограмма (2) модуль
  - 4. Спектр (1) проекции

Between the lists are four buttons: a plus sign (+), a minus sign (-), an up arrow (↑), and a down arrow (↓).

Below the lists is a section titled "Параметры расчета для воздействия" (Calculation parameters for action) with the following fields:

- Угол подхода сейсмволны, град (Angle of approach of seismic wave, degrees): 0
- Масштабный коэффициент (Scale coefficient): 1, 1, 1

At the bottom of this section is a checkbox labeled "Вывод результатов по шагам интегрирования (для акселерограмм) или по частотам (для спектров)" (Output results by integration steps (for accelerograms) or by frequencies (for spectra)). The checkbox is checked.


At the bottom of the dialog box are two buttons: "Расчет" (Calculate) and "Отмена" (Cancel).




Закладка позволяет выбрать из сейсмических воздействий, включённых в проект, те из них, на которые необходимо провести расчет и задать углы подхода сейсмволны.

- *Доступные воздействия* – в этом списке высвечиваются заданные в проекте сейсмовоздействия

Набор доступных сейсмовоздействий создается для каждого проекта отдельно с помощью пункта Сейсмические воздействия меню *Данные*.

**Обратите внимание:** сейсмовоздействия необходимо задать до выбора пункта *Расчет на сейсмические воздействия*. При этом можно воспользоваться уже готовыми воздействиями из других проектов, текстовых файлов или Базы данных по сейсмовоздействиям (см. Сейсмовоздействия).

- *Расчетные воздействия* – в окне содержатся только те воздействия, на которые будет произведен данный расчет. Чтобы выбрать воздействия для расчета из доступных надо выделить в окне доступных воздействий нужное и, нажав кнопку , ввести это воздействие в окно расчетных. В названиях расчётных воздействий в скобках указан номер базового воздействия из списка *Доступные воздействия*.

Если какое-либо воздействие нужно удалить из расчетных, воспользуйтесь кнопкой , предварительно выделив его. Порядок следования расчётных воздействий можно менять при помощи кнопок  .

Воздействия, находящиеся в окнах доступных и расчетных, можно посмотреть и отредактировать. Для этого нужно дважды нажать левой клавишей мыши на выделенное воздействие, после чего откроется стандартное диалоговое окно ввода воздействий в зависимости от выбранного Вами воздействия (ответная акселерограмма (модуль), ответная акселерограмма (проекция), спектр ответов (модуль), спектр ответов (проекция)).

- *Параметры расчета для воздействия* – эти окна позволяют изменять параметры сейсмовоздействия и выбирать способ вывода результатов:

- *Углы подхода сейсмоволны* – в этом окне необходимо задать направление подхода сейсмоволны;

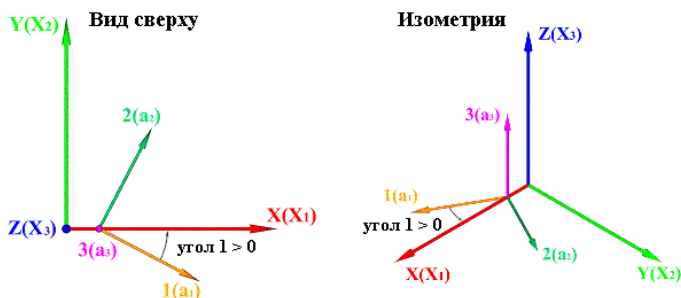
- *Масштабный коэффициент* – коэффициент используется для масштабирования – приведения вводимых значений ускорений базового воздействия (из списка *Доступные воздействия*) к значениям, используемым в расчете (расчётное воздействие). Все значения ускорений введенного воздействия программно умножаются на соответствующий коэффициент (в частности, для трёхкомпонентного воздействия проекция  $a1 = a_x$  на первый коэффициент, проекция  $a2 = a_y$  на второй коэффициент, проекция  $a3 = a_z$  на третий);

- *Вывод результатов по точкам интегрирования (для акселерограмм) или по частотам (для спектров)* – вывод результатов расчёта для каждого шага интегрирования (если расчётное воздействие – ответная акселерограмма) и каждой вычисленной и учитываемой в проводимом сейсмическом расчёте собственной частоты при расчёте на спектр ответа. Данный параметр можно не изменять.

**Обратите внимание:** если нет точных исходных данных об угле подхода сейсмической волны к сооружению, расчетные значения углов задаются пользователем, например методом перебора (с шагом 30 град. или др.).

Направление подхода сейсмоволны задается углом (или углами) в зависимости от того, какое сейсмовоздействие выбрано в качестве расчетного.

а) Если расчетное воздействие задано в виде спектра ответов (проекции), то в столбце Угол необходимо задать величину угла в градусах между положительным направлением оси  $1(a_1)$  сейсмовоздействия и положительным направлением оси  $X_I$  ( $X$ ) глобальной системы координат. Положительным считается направление от оси  $1$  к оси  $X_I$  против часовой стрелки, действительное число в диапазоне  $-180 \leq \text{угол} \leq 180$  град.



Например, при угле 1, равном 0 град, ось  $1(a_1)$  сейсмовоздействия сонаправлена оси  $X_I$  ( $X$ ) при угле 2, равном 270 град, ось  $1(a_1)$  сонаправлена оси  $X_2$  ( $Y$ ):

б) Если расчетное воздействие задано в виде спектра ответов (модуль) или ответной акселерограммы (модуль), то в полях Угол 1, Угол 2, Угол 3 необходимо задать величины углов в градусах между положительным направлением “вектора” модуля спектра ответов (ответной акселерограммы) и положительным направлением соответствующих осей глобальной системы координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Угол подхода сейсмоволны, град	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

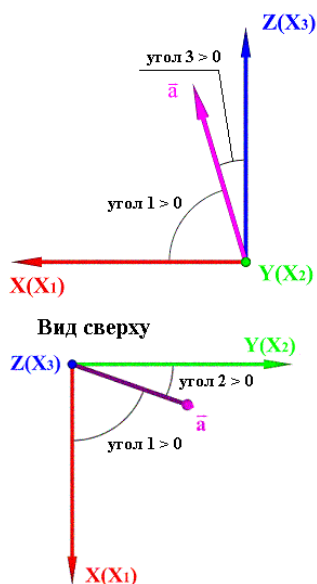
$$\text{угол } 1 = (\vec{a}; \vec{x})$$

$$\text{угол } 2 = (\vec{a}; \vec{y})$$

$$\text{угол } 3 = (\vec{a}; \vec{z})$$

Положительным считается направление оси модуля  $\vec{a}$ , расположенной в первом октанте (см. рисунок: показаны положительные направления углов), действительные числа в диапазоне  $-180 \leq \text{угол } 1,2,3 \leq 180$ .





Например, вектор (0 град, 90 град, 90 град) сонаправлен оси  $X_1$  ( $X$ ), вектор (90 град, 0 град, 90 град) сонаправлен оси  $X_2$  ( $Y$ ), вектор (90 град, 90 град, 0 град) сонаправлен оси  $X_3$  ( $Z$ ).

## Закладка Параметры

**Расчет на сейсмические воздействия** [X]

Воздействия [Параметры]

Учёт статики

- ☐ Только сейсмическое воздействие (в том числе для МГС)
- ☒ Полный сейсмический расчет (этап 1 статики + сейсмика)
- ☐ Полный сейсмический расчет (этап 2 статики + сейсмика)

Способ учета сейсмических сил при расчёте на спектр ответа

- ☐ Суммарный вектор инерционных сил в точках расположения масс
- ☒ Суммирование по формам собственных колебаний (рекомендуется)

Для акселерограмм

Шаг интегрирования по времени  с

Общее время расчета  с

Логарифмический декремент колебаний

Метод расчёта

Число учитываемых форм колебаний

☐ Учет высших форм колебаний

☐ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

- *Вид расчета:*
  - *Только сейсмическое воздействие* – расчет только на сейсмическое воздействие.
  - *Полный сейсмический расчет (этап 1 статики + сейсмика)* – расчет на совместное действие давления, собственного веса и сейсмики (полный расчет на сейсмовоздействие).
  - *Полный сейсмический расчет (этап 2 статики + сейсмика)* – расчет на совместное действие всех нагрузок в рабочем состоянии и сейсмики (полный расчет на сейсмовоздействие).
- *Способ учета сейсмических сил:*
  - *Суммарный вектор инерционных сил в точках расположения масс* – в точках расположения масс, заданных пользователем, статически действует суммарный (от всех форм колебаний) вектор инерционных сил;
  - *Суммирование по формам собственных колебаний (рекомендуется)* – суммирование по формам колебаний результатов (перемещений, усилий) от действия статически приложенных сейсмических нагрузок (рекомендуется **Нормами** [1]).
- *Для акселерограмм* – задаются параметры учета воздействия, заданного акселерограммами:
  - *Шаг интегрирования по времени* – выбирается из условия достаточно точного описания временных процессов (как правило, не больше одной шестой от минимального интересующего периода колебаний, подробнее см. *Общее описание* [76]), действительное число больше нуля, сек.
  - *Общее время расчета* – суммарный временной интервал интегрирования, действительное число больше нуля, сек.

- *Логарифмический декремент колебаний* – действительное неотрицательное число, определяющее затухание (демпфирование) колебаний и равное  $2\pi\zeta$ , где  $\zeta$  – относительное демпфирование в долях от критического (для трубопроводов принимается от 0,01 до 0,02). Параметр задаётся в случае расчёта с разложением по собственным формам (см. ниже)

- *Метод расчёта* – либо разложение по собственным формам, либо прямое интегрирование уравнений движения. В случае выбора прямого интегрирования уравнений движения следует задать параметры интегрирования:

- $\alpha$  (альфа) – действительное положительное число;

- $\delta$  (дельта) – действительное положительное число;

Значения параметров  $\alpha$  и  $\delta$  для безусловно устойчивой схемы 0,5 и 0,25 соответственно (метод постоянного среднего ускорения), при которых достигается наивысшая точность метода.

- *Число учитываемых форм колебаний* – количество форм колебаний, учитываемых при сейсмическом расчёте, целое положительное число. Параметр задаётся в случае выбора метода как *Разложение по собственным формам*. Отсчитывается, начиная с первой вычисленной собственной формы колебаний. Если учитываются все вычисленные в **АСТРА-ФОРМ** собственные формы колебаний, оставьте поле пустым. Если число учитываемых форм колебаний меньше определенных при расчете частот и форм колебаний, введите его.

- *Дополнительно:*

- *Коэффициент изменения номинального допустимого мембранного напряжения* – (см. меню *Данные* подменю *Общие данные* закладка [Сейсмика](#)).

- *Коэффициент изменения номинального допустимого изгибного напряжения* – (см. меню *Данные* подменю *Общие данные* закладка [Сейсмика](#)).


- *Учет высших форм колебаний* – дополнительные, регламентированные новой редакцией нормативных документов, возможности сейсмического расчета – учет “потерянной” массы по высшим собственным формам, соответствующим частотам свыше 33 Гц. Если такой учет нужен, поставьте флажок.

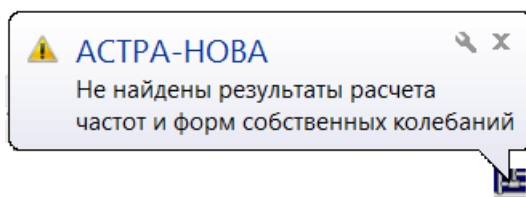
**Обратите внимание:** такой учет особенно важен, если в схеме имеется “тяжелое” оборудование (например, арматура), расположенное вблизи опор. При учете высших форм колебаний нагрузки на такие опоры увеличиваются.

- *Учет трения/отрыва/зазоров в опорах или боковых жесткостей подвесок* – возможность “инженерного” упрощенного учета трения/отрыва/зазоров в опорах при сейсмическом расчете (информационное окно, параметр соответствует заданию в **АСТРА-ФОРМ**).

Уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

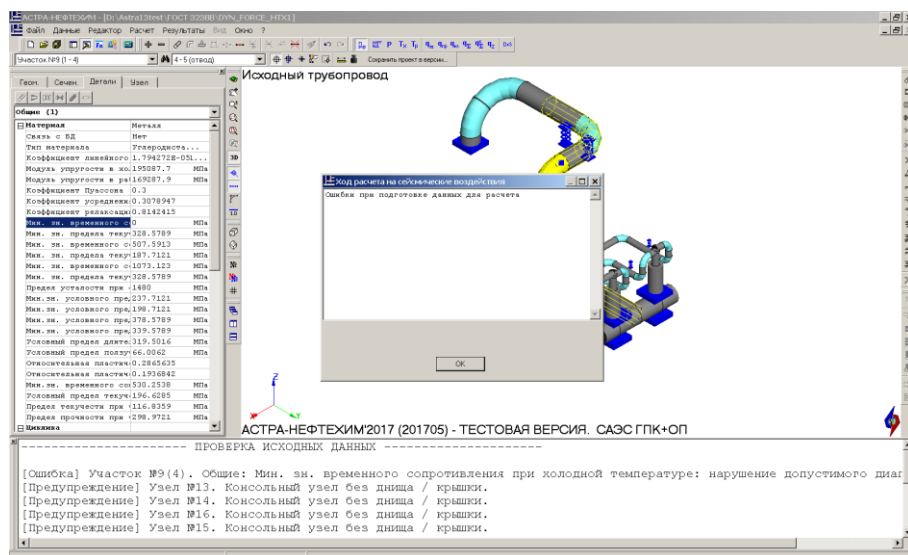
Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

**Обратите внимание:** в случае отсутствия результатов расчёта собственных частот и форм колебаний системы (меню *Расчет*, пункт [Собственные частоты и формы \(ФОРМ\)](#)) при расчёте с разложением по собственным формам или при наличии спектров отклика в списке расчётных воздействий выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы



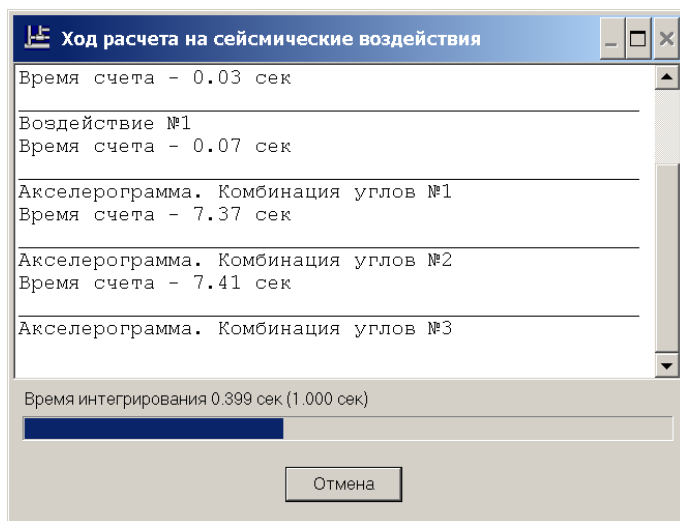
В этом случае после нажатия кнопки *ОК* расчёт не производится, но все внесённые изменения исходных данных сейсмического расчёта сохраняются.

После нажатия клавиши *Расчет* в диалоге *Расчет на сейсмические воздействия Препроцессор* проводит окончательную проверку данных расчетной модели. В случае обнаружения ошибочных ситуаций расчет не проводится, а в окне *Сообщения* появляются диагностические сообщения.



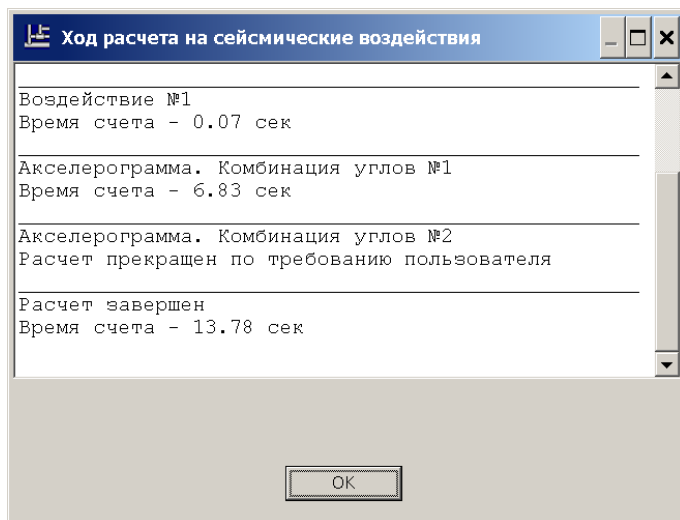
После исправления пользователем некорректных данных модели расчет выполняется повторным вызовом окна *Расчет на сейсмические воздействия* и нажатием кнопки *Расчёт*.

В соответствии с перечнем выбранных расчётных воздействий, последовательность расчёта по воздействиям отражается в окне *Ход расчета на сейсмические воздействия*.

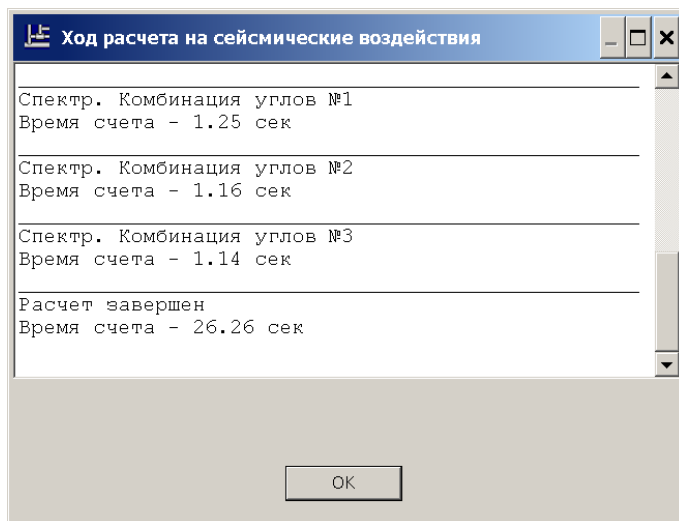


При проведении расчета в окне *Ход расчета на сейсмические воздействия* выводятся порядковые номера рассчитываемых воздействий с указанием номера комбинации углов подхода, время счёта на каждое из них, а также временной интервал и текущее время интегрирования (для акселерограмм). В конце расчёта выводится итоговое время счёта.

Если пользователь хочет прервать расчет, ему необходимо нажать на панели клавишу “Отмена” или на клавиатуре клавишу *ESC*, после чего в окне появится сообщение *Расчёт прекращён по требованию пользователя*.



После принудительного или успешного окончания расчета (сообщение *Расчет завершен*) следует нажать на панели клавишу *ОК*.



Ход расчета сохраняется в протоколе расчета (*Протоколы* меню *Результаты*).

#### Анализ результатов расчета на сейсмические воздействия

Основные результаты расчета на сейсмические воздействия:

- визуализация результатов (сейсмических перемещений, усилий, напряжений, сейсмических нагрузок на опоры);
- сводные таблицы (*СЕЙСМ*);
- сводные таблицы пользователя;

доступны в меню *Результаты*.

Подробное описание выдаваемых результатов расчёта см. *Общее описание* и меню *Результаты*.

Анализ результатов сейсмического расчета проводится путем визуализации сейсмических перемещений, усилий, расчётных напряжений и сейсмических нагрузок на опоры (меню *Результаты*) по каждому введенному сейсмовоздействию (углу) и визуализации максимальных результатов.

Сводные таблицы (меню *Результаты*, *Сводные таблицы (СЕЙСМ)*) дают возможность оценить максимальные результаты по отдельным сейсмическим воздействиям, и максимальные значения по всем воздействиям. В сводных таблицах представлены максимальные напряжения и перемещения, нагрузки на опорные конструкции, оборудование и амортизаторы, сейсмические ускорения.

Краткая информация по нарушению критериев прочности и деформативности трубопровода по результатам сейсмического расчета выводится по деталям расчетной модели в окно *Сообщения* (см. также меню *Результаты*, пункт *Превышение критериев*).

См. также [Визуализация перемещений](#), [Визуализация усилий](#), [Визуализация напряжений](#), и [Визуализация нагрузок на опоры/оборудование](#), [Сводные таблицы \(СЕЙСМ\)](#), [Сводные таблицы пользователя](#).

По графикам можно анализировать результаты расчёта (перемещения усилия, напряжения или нагрузки на опоры) в выбранном сечении расчетной модели:

- 1) для расчёта на спектр ответов:
    - оценить влияние каждой формы собственных колебаний;
    - по максимальным значениям результатов расчёта выявить формы колебаний, внесшие наибольший вклад в их значение;
  - 2) для расчета на акселерограмму землетрясения:
    - отследить изменение результатов расчёта по времени для данного сечения
- (см. Меню *Результаты* пункт [Графики результатов](#)).



## Вибрационная прочность (ВИБР)

Для выполнения расчета на вибрационную прочность предварительно необходимо провести расчет собственных частот и форм колебаний (меню *Расчет*, пункт [Собственные частоты и формы \(ФОРМ\)](#)). При этом должны быть определены все собственные формы в частотном диапазоне, соответствующем вибрационному воздействию.

При любом виде вибрационного расчета на деталях расчетной модели необходимо предварительно задать следующие параметры: предел усталости при симметричном цикле (*Панель ввода*, закладка [Детали](#)). Дополнительно, в зависимости от отраслевой ветви и нормативного документа задаётся: минимальное значение временного сопротивления (АЭС, ТЭС, НЕФТЕХИМ - РТМ 38.001-94, ТЕПЛОСЕТЬ - РД 10-400-01, СУДПРОМ), минимальное значение временного сопротивления при растяжении при расчётной температуре (НЕФТЕХИМ - ГОСТ 32388-2013), нормативное временное сопротивление при расчётной температуре (МАГИСТР), минимальное значение временного сопротивления при расчётной температуре (ТЕПЛОСЕТЬ - ГОСТ Р 55596-2013, СВД). См. *Панель ввода*, закладка *Детали*, пункт [Материал](#).

### Закладка Параметры

**Расчет на вибрационные воздействия**

Параметры

Вид расчета

☒ Расчет допускаемых параметров по собственным формам

☐ Расчет при вибровоздействиях в полигармонической форме

Срок службы (годы)

Логарифмический декремент колебаний

Число учитываемых форм колебаний

☐ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

Собственные формы для расчета допускаемых параметров

<input checked="" type="checkbox"/> 1. $f = 4.787$ Гц	<input type="checkbox"/> 8. $f = 11.869$ Гц
<input checked="" type="checkbox"/> 2. $f = 5.386$ Гц	<input type="checkbox"/> 9. $f = 12.174$ Гц
<input checked="" type="checkbox"/> 3. $f = 6.549$ Гц	<input type="checkbox"/> 10. $f = 13.192$ Гц
<input checked="" type="checkbox"/> 4. $f = 8.309$ Гц	<input type="checkbox"/> 11. $f = 13.664$ Гц
<input checked="" type="checkbox"/> 5. $f = 8.675$ Гц	<input type="checkbox"/> 12. $f = 14.524$ Гц
<input checked="" type="checkbox"/> 6. $f = 10.754$ Гц	<input type="checkbox"/> 13. $f = 14.993$ Гц
<input type="checkbox"/> 7. $f = 11.502$ Гц	<input type="checkbox"/> 14. $f = 15.166$ Гц

Расчет Отмена

Вид закладки зависит от выбора опций пункта *Вид расчёта* в том же окне. Первоначально (по умолчанию), это окно имеет вид, показанный выше.

**Расчет на вибрационные воздействия**

Параметры

Вид расчета

☐ Расчет допускаемых параметров по собственным формам

☒ Расчет при вибровоздействиях в полигармонической форме

Срок службы (годы)

Логарифмический  
декремент колебаний

Метод расчёта

Число учитываемых форм  
колебаний

☐ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

**Расчет на вибрационные воздействия**

Параметры

Вид расчета

☐ Расчет допускаемых параметров по собственным формам

☒ Расчет при вибровоздействиях в полигармонической форме

Срок службы (годы)

Метод расчёта

☐ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

Если же в пункте *Вид расчёта* используется опция *Расчет при вибровоздействиях в полигармонической форме*, то это окно выглядит следующим образом:

- *Вид расчета* – выберите вид вибрационного расчета:

- *Расчет допускаемых параметров по собственным формам* – определение допускаемых уровней амплитуд виброперемещений при колебаниях по собственным формам. При выборе этого вида расчета в появившемся окне *Собственные формы для расчёта допускаемых параметров* необходимо флажком указать те из них, которые учитываются в расчете.


- *Расчет при вибровоздействиях в полигармонической форме* – расчет параметров вынужденных установившихся колебаний при вибровоздействиях, заданных в полигармонической форме. Этот режим расчета требует задания вибрационных воздействий (меню *Данные* пункт [Вибрационные воздействия](#)) и указания сечений расчетной модели, к которым они прикладываются (*Панель ввода*, закладка *Сечение*, пункт [Вибровоздействие](#)). Вибрационное воздействие в виде сил задается суммой гармоник, определяемых амплитудой, частотой возбуждения и сдвигом фаз. Действие вибрационных сил предусмотрено в любом сечении *с массой*.

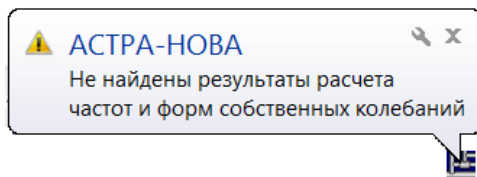
В случае применения метода разложения по собственным формам задаются параметры:

- *Число учитываемых форм колебаний* – количество форм колебаний, учитываемых при вибрационном расчёте, целое положительное число. Отсчитывается, начиная с первой вычисленной собственной формы колебаний. Если учитываются все вычисленные в **АСТРА-ФОРМ** собственные формы колебаний, оставьте поле пустым. Если число учитываемых форм колебаний меньше определенных при расчете частот и форм колебаний, введите его. Поле ввода появляется при выборе метода расчёта *Расчет при вибровоздействиях в полигармонической форме*.
- *Логарифмический декремент колебаний* – действительное неотрицательное число, определяющее затухание (демпфирование) колебаний и равное  $2\pi\zeta$ , где  $\zeta$  – относительное демпфирование в долях от критического (для трубопроводов принимается от 0,01 до 0,02).

Уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

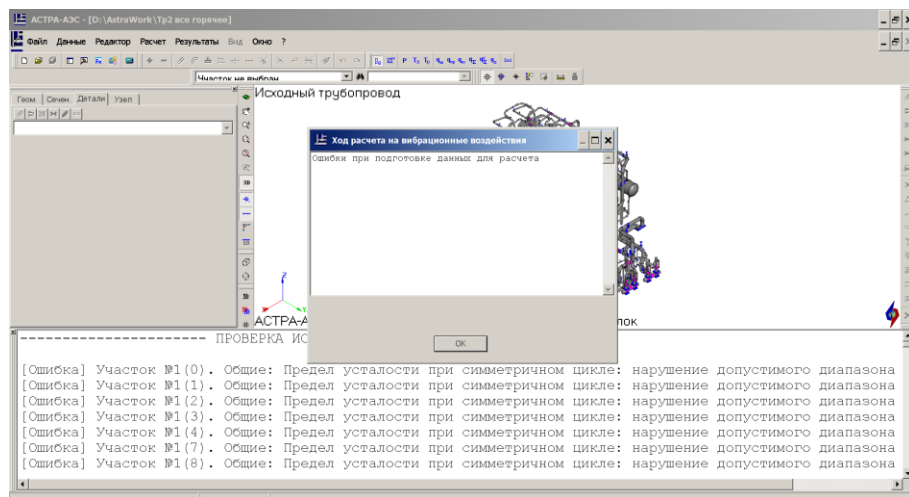
**Обратите внимание:** в случае отсутствия результатов расчёта собственных частот и форм колебаний системы (меню *Расчет*, пункт [Собственные частоты и формы \(ФОРМ\)](#)) выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы



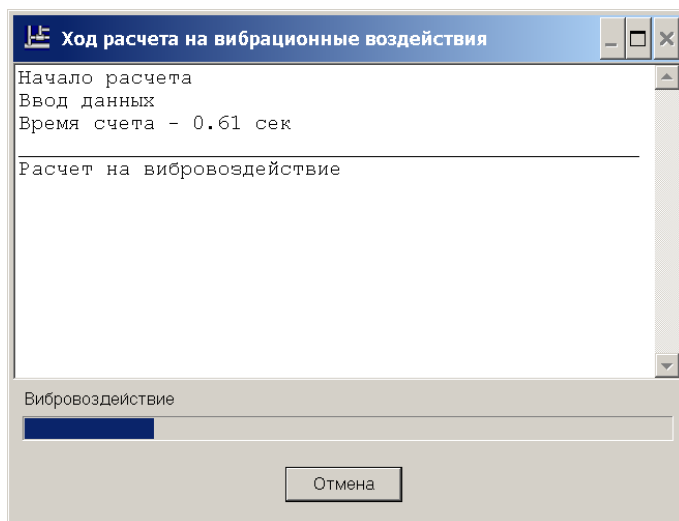
В этом случае после нажатия кнопки *ОК* расчёт не производится, но все внесённые изменения исходных данных вибрационного расчёта сохраняются.

**Обратите внимание:** при применении метода разложения по собственным формам не учитываются демпферные опоры.

После нажатия клавиши *Расчет* в диалоге *Расчет на вибрационные воздействия Препроцессор* проводит окончательную проверку данных расчетной модели. В случае обнаружения ошибочных ситуаций расчет не проводится, а в окне *Сообщения* появляются диагностические сообщения.

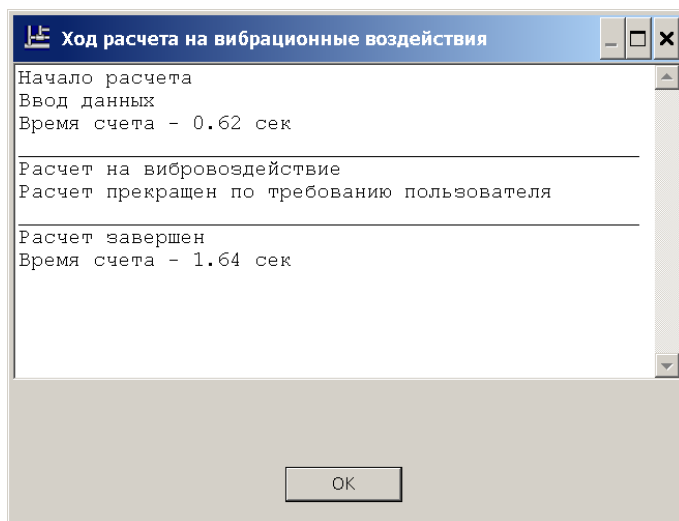


После исправления пользователем некорректных данных модели расчет выполняется повторным вызовом окна *Расчет на вибрационные воздействия* и нажатием кнопки *Расчёт*.

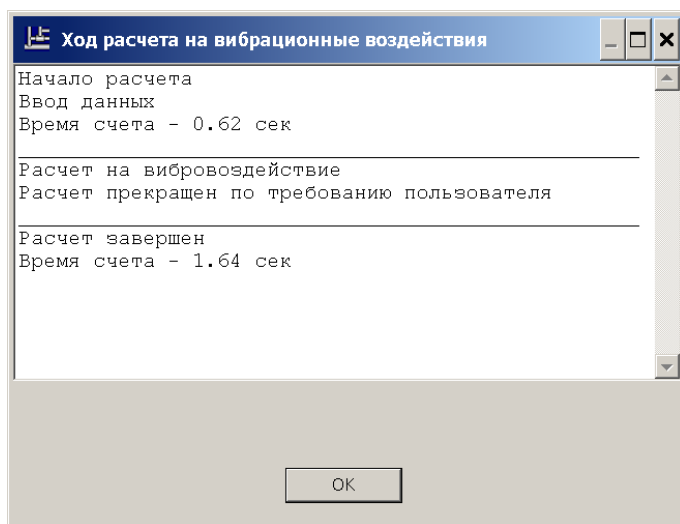


При проведении расчета в окне *Ход расчета на вибрационные воздействия* в конце расчёта выводится итоговое время счёта.

Если пользователь хочет прервать расчет, ему необходимо нажать на панели клавишу "Отмена" или на клавиатуре клавишу *ESC*, после чего в окне появится сообщение *Расчёт прекращён по требованию пользователя*.



После принудительного или успешного окончания расчета (сообщение *Расчет завершен*) следует нажать на панели клавишу *OK*.



Ход расчета сохраняется в протоколе расчета (*Протоколы* меню *Результаты*).

*Анализ результатов расчета на вибрационные воздействия*

Основные результаты расчета на вибрационные воздействия:

- визуализация результатов (виброперемещений, усилий, вибронапряжений, нагрузок на опоры);
  - сводные таблицы (*ВИБР*);
- доступны в меню *Результаты*.

Подробное описание выдаваемых результатов расчёта см. *Общее описание* и меню *Результаты*.

Анализ результатов расчета на вибрационную прочность проводится путем визуализации вибрационных перемещений, усилий, расчётных вибронапряжений и вибронагрузок на опоры (меню *Результаты*) в соответствии с указанным режимом расчета на вибропрочность для выбранных собственных или вынужденных колебаний.

Сводные таблицы (меню *Результаты*, *Сводные таблицы (ВИБР)*) дают возможность оценить максимальные результаты по отдельным частотам, и максимальные значения по всем частотам. В сводных таблицах представлены максимальные напряжения и перемещения, нагрузки на опорные конструкции, оборудование и амортизаторы. Нагрузки на опоры и пружины выводятся только в расчете при вибровоздействиях в полигармонической форме.

См. также *Визуализация перемещений*, *Визуализация усилий*, *Визуализация напряжений*, и *Визуализация нагрузок на опоры/оборудование*, *Сводные таблицы (ВИБР)*.

## Динамические воздействия (ДИН)

Для выполнения расчета на динамические воздействия предварительно необходимо провести расчет собственных частот и форм колебаний (меню *Расчет*, пункт [Собственные частоты и формы \(ФОРМ\)](#)). При этом должны быть определены все собственные формы в частотном диапазоне, соответствующем динамическому воздействию.

### Закладка Параметры

**Расчет на динамические воздействия** [X]

Параметры

Вид расчета

☐ Только динамическое воздействие

☒ Полный динамический расчет (этап 2 статика + динамика)

Шаг интегрирования по времени

Общее время расчета

Логарифмический декремент колебаний

Метод расчёта

Число учитываемых форм колебаний

☒ Вывод результатов по точкам интегрирования

☒ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

**Расчет на динамические воздействия** [X]

Параметры

Вид расчета

☐ Только динамическое воздействие

☒ Полный динамический расчет (этап 2 статика + динамика)

Шаг интегрирования по времени

Общее время расчета

Метод расчёта

Параметры метода Ньюмарка

$\alpha$    $\delta$

☒ Вывод результатов по точкам интегрирования

☒ Учет трения/отрыва/зазоров в опорах и боковых жёсткостей подвесок

- *Вид расчета:*
  - *Только динамическое воздействие* – расчет только на динамическое воздействие.
  - *Полный динамический расчет (этап 2 статики + динамика)* – расчет на совместное действие всех нагрузок в рабочем состоянии и динамики (полный расчет на динамическое воздействие).
  - *Шаг интегрирования* – выбирается из условия достаточно точного описания временных процессов (как правило, не больше одной шестой от минимального интересующего периода колебаний, подробнее см. *Общее описание* [76]), действительное число больше нуля, сек.
  - *Общее время расчета* – суммарный временной интервал интегрирования, действительное число больше нуля, сек.
  - *Логарифмический декремент колебаний* – действительное неотрицательное число, определяющее затухание (демпфирование) колебаний и равное  $2\pi\zeta$ , где  $\zeta$  – относительное демпфирование в долях от критического (для трубопроводов принимается от 0,01 до 0,02).


**Обратите внимание:** Параметр задаётся в случае выбора *метода расчёта Разложение по собственным формам*.

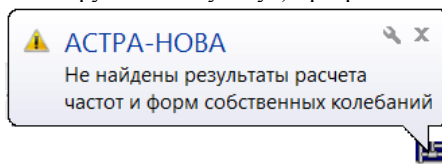
- *Число учитываемых форм колебаний* – количество форм колебаний, учитываемых при динамическом расчёте, целое положительное число. Отсчитывается, начиная с первой вычисленной собственной формы колебаний. Если учитываются все вычисленные в **АСТРА-ФОРМ** собственные формы колебаний, оставьте поле пустым. Если число учитываемых форм колебаний меньше определенных при расчете частот и форм колебаний, введите его.

**Обратите внимание:** Параметр задаётся в случае выбора *метода расчёта Разложение по собственным формам*.

- *Вывод результатов по точкам интегрирования* – отметьте этот пункт, если необходимо просмотреть все результаты по точкам интегрирования. Однако, следует учесть, что файл с результатами расчёта будет иметь больший размер. Уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

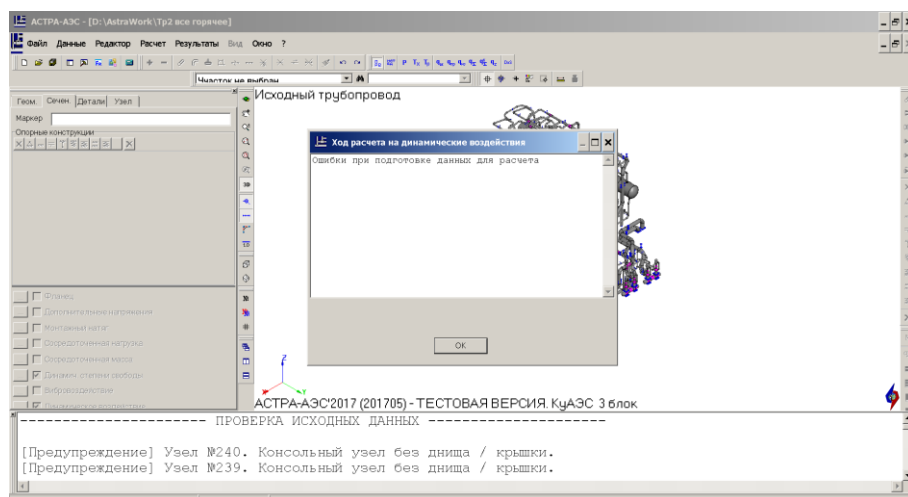
**Обратите внимание:** в случае отсутствия результатов расчёта собственных частот и форм колебаний системы (меню *Расчет*, пункт [Собственные частоты и формы \(ФОРМ\)](#)) при применении метода *Разложение по собственным формам* выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы



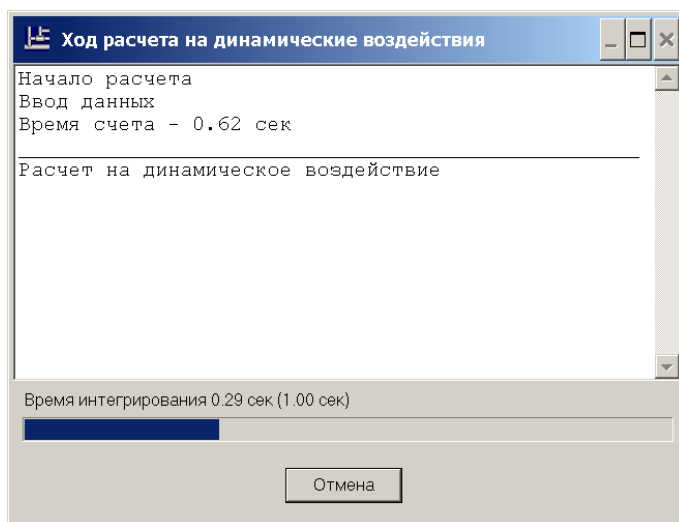
В этом случае после нажатия кнопки *ОК* расчёт не производится, но все внесённые изменения исходных данных динамического расчёта сохраняются.



После нажатия клавиши *Расчет* в диалоге *Расчет на динамические воздействия Препроцессор* проводит окончательную проверку данных расчетной модели. В случае обнаружения ошибочных ситуаций расчет не проводится, а в окне *Сообщения* появляются диагностические сообщения.

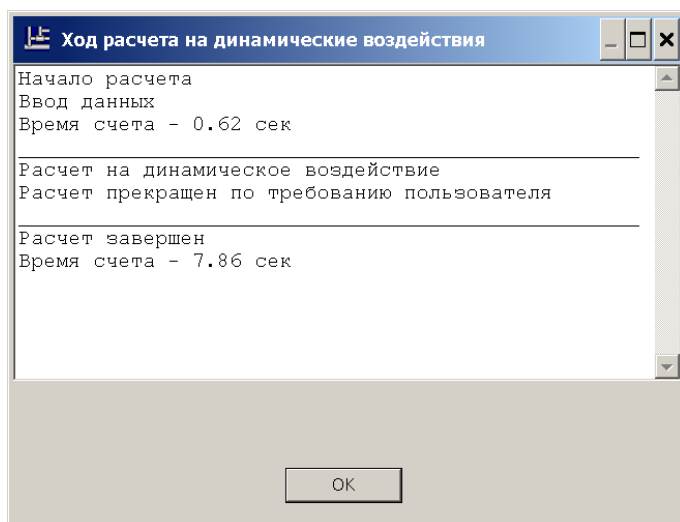


После исправления пользователем некорректных данных модели расчет выполняется повторным вызовом окна *Расчет на динамические воздействия* и нажатием кнопки *Расчёт*.

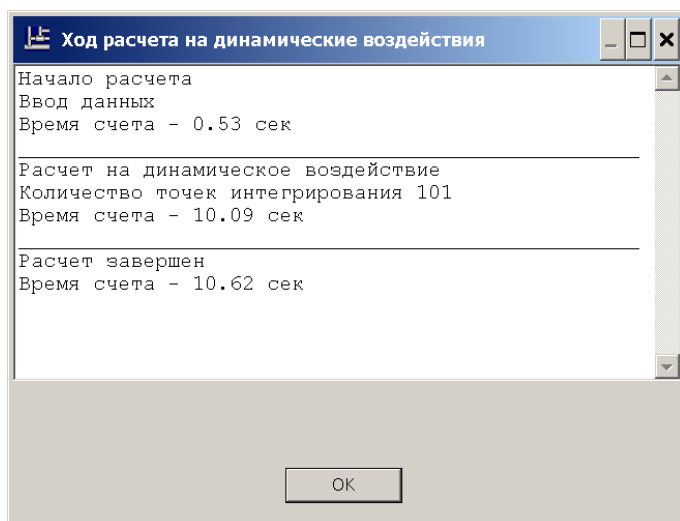


При проведении расчета в окне *Ход расчета на динамические воздействия* выводится временной интервал и текущее время интегрирования. В конце расчёта выводится итоговое время счёта и общее количество точек интегрирования.

Если пользователь хочет прервать расчет, ему необходимо нажать на панели клавишу “Отмена” или на клавиатуре клавишу *ESC*, после чего в окне появится сообщение *Расчёт прекращён по требованию пользователя*.



После принудительного или успешного окончания расчета (сообщение *Расчет завершен*) следует нажать на панели клавишу *OK*.



Ход расчета сохраняется в протоколе расчета (*Протоколы меню Результаты*).

#### Анализ результатов расчета

Основные результаты расчета на динамические воздействия:

- визуализация результатов (динамических перемещений, усилий, напряжений, динамических нагрузок на опоры);
  - сводные таблицы (ДИН);
  - сводные таблицы пользователя;
- доступны в меню Результаты.

Подробное описание выдаваемых результатов расчёта см. *Общее описание и меню Результаты*.

Анализ результатов расчета на динамические воздействия проводится путем визуализации динамических перемещений, усилий, расчётных напряжений и динамических нагрузок на опоры (меню Результаты).

Сводные таблицы (меню Результаты, Сводные таблицы (ДИН)) дают возможность оценить результаты по максимальным значениям. В сводных таблицах представлены максимальные напряжения и перемещения, нагрузки на опорные конструкции, оборудование и амортизаторы.

Краткая информация по нарушению критериев прочности и деформативности трубопровода по результатам сейсмического расчета выводится по деталям расчетной модели в окно *Сообщения* (см. также меню *Результаты*, пункт Файл превышений).

См. также Визуализация перемещений, Визуализация усилий, Визуализация напряжений, и Визуализация нагрузок на опоры/оборудование, Сводные таблицы (ДИН), Сводные таблицы пользователя.

По графикам можно анализировать результаты расчёта (перемещения усилия, напряжения или нагрузки на опоры) в выбранном сечении расчетной модели отследив изменение результатов расчёта по времени для данного сечения (см. Меню *Результаты* пункт Графики результатов).

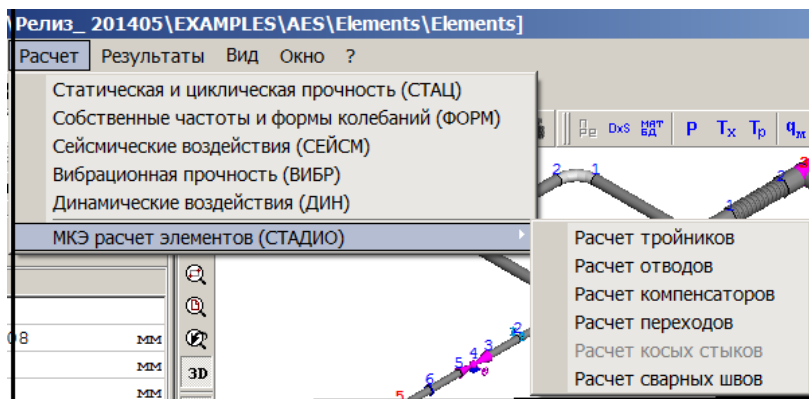
#### Диагностические сообщения при динамическом расчете

В файл результата динамического расчета могут быть выведены следующие диагностические сообщения:

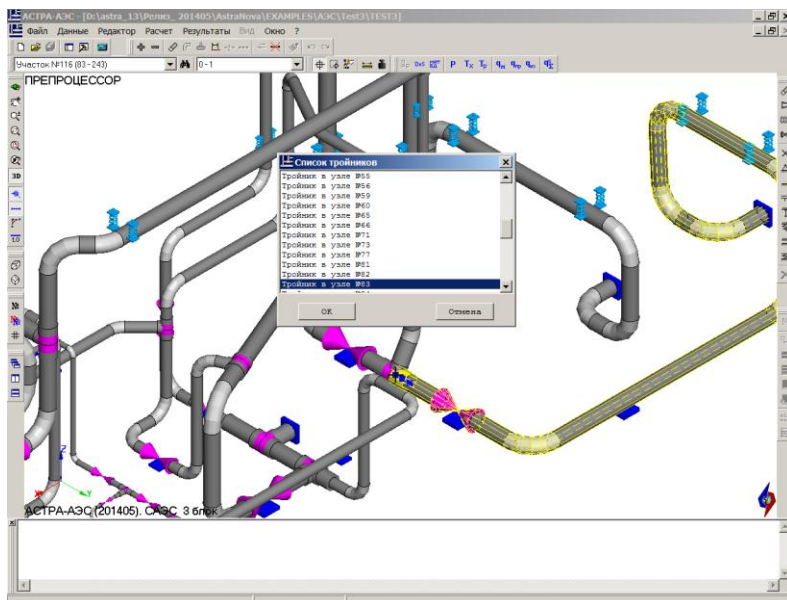
- *начальный момент времени воздействия отличен от нуля*, воздействие должно начинаться с нуля;
- *моменты времени воздействия заданы не в возрастающем порядке*;
- *отсутствуют динамические степени свободы по осям X, Y, Z*, если воздействие задано в сечении, где отсутствуют динамические степени свободы по заданным осям.

## МКЭ расчет элементов (АСТРА-СТАДИО)

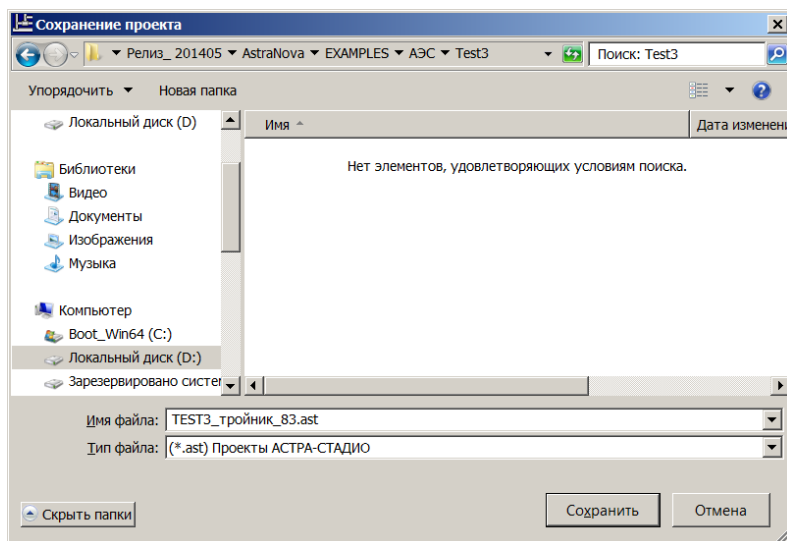
Проводится уточненный расчет (по пространственно-оболочечным и объемным схемам метода конечных элементов) напряженно-деформированного состояния и нормативные оценки статической, циклической и сейсмической прочности *тройников, отводов, компенсаторов, переходов, косых стыков, сварных швов* на действие внутреннего давления, температурного перепада по толщине, торцевых сил и моментов.



Выберите тип детали (тройник, отвод, компенсатор, переход, косой стык, сварной шов) и специфицируйте его местоположение (по списку – номер узла или номер участка и сечения, указателем сечения – в графическом окне).



После нажатия кнопки *ОК* появляется окно *Сохранение проекта*, в котором в поле *Имя файла* можно ввести нужное имя. Для сохранения файла нажмите кнопку *Сохранить*, для выхода без сохранения – кнопку *Отмена*.



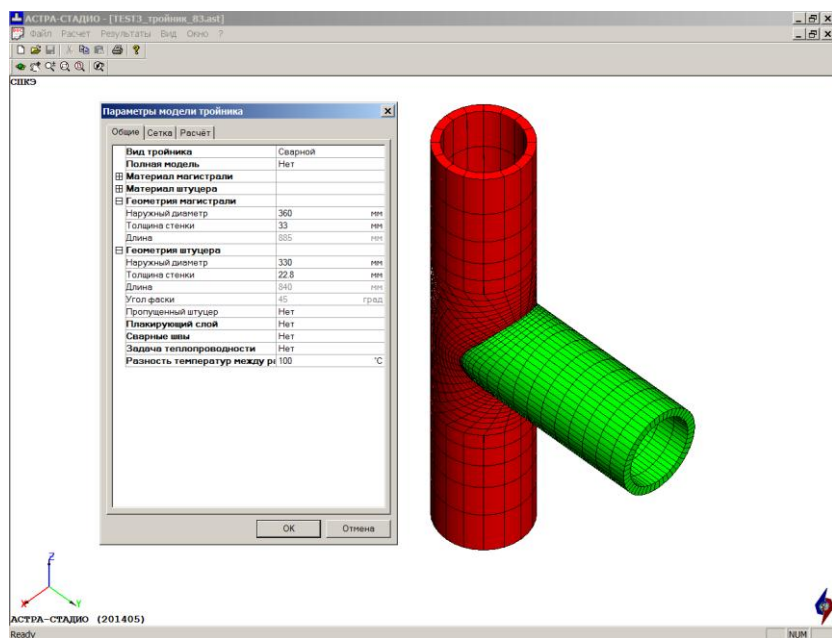
Название файла *АСТРА-СТАДИО* формируется по следующему шаблону:  
 <имя проекта>\_<тип детали>\_<расположение детали>.ast, где

- <имя проекта> – имя файла проекта *АСТРА-НОВА*;

- *<тип детали>* – тройник, отвод, переход, компенсатор, стык (для косого стыка и сварного шва);
- *<расположение детали>* – идентифицирует положение детали в модели АСТРА-НОВА: номер узла для тройников; номер участка и номер первого сечения детали (для отводов, переходов, компенсаторов); номер участка и номер сечения (стык и сварной шов).

Название файла, сформированное таким образом, позволяет сохранить соответствие между файлами АСТРА-НОВА и файлами АСТРА-СТАДИО. При желании можно изменить название.

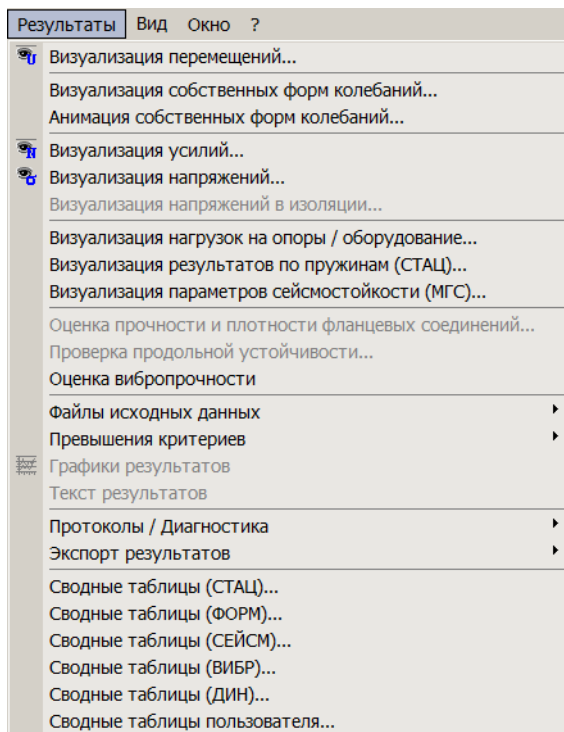
По двойному щелчку левой клавишей мыши или нажатию ОК Вы оказываетесь в среде АСТРА-СТАДИО с полностью сгенерированной (по умолчанию – пространственно-оболочечной) “оптимальной” по точности конечноэлементной моделью выбранной детали.



При этом геометрические размеры, физико-механические характеристики материалов и нагрузки (давление и торцевые силы и моменты значимых этапов) автоматически импортируются из АСТРА-СТАЦ и АСТРА-СЕЙСМ, а другие параметры модели и методов-видов расчета принимаются по умолчанию. Эти и ряд других параметров КЭ-модели могут быть изменены пользователем в удобном диалоговом режиме.

Особенности дальнейшей работы в АСТРА-СТАДИО подробно изложены в отдельном документе “АСТРА-СТАДИО. Общее описание. Сеанс работы” [75].

## Меню Результаты



Меню [Результаты](#) предназначено для представления результатов расчета в удобном для пользователя виде: графическом или табличном.

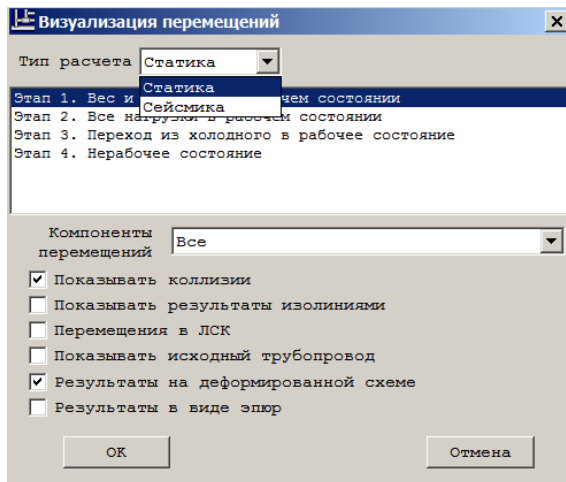
<a href="#">Визуализация перемещений</a>	Вызов диалога <a href="#">Визуализация перемещений</a> для выбора этапа расчета (момента времени или частоты) для визуализации перемещений
<a href="#">Визуализация форм колебаний</a>	Вызов диалога <i>Выбор частоты</i> для <a href="#">визуализации форм собственных колебаний</a>
<a href="#">Анимация форм колебаний</a>	Вызов диалога <i>Выбор частоты</i> для <a href="#">анимации форм собственных колебаний</a>
<a href="#">Визуализация усилий</a>	Вызов диалога <a href="#">Визуализация усилий</a> для выбора этапа расчета (момента времени или частоты) для визуализации усилий
<a href="#">Визуализация напряжений</a>	Вызов диалога <a href="#">Визуализация напряжений</a> для выбора этапа расчета (момента времени или частоты) для визуализации напряжений
<a href="#">Визуализация напряжений в</a>	Вызов диалога <a href="#">Визуализация напряжений в изоляции</a> для выбора этапа расчета для визуализации напряжений в изоляции

<u><b>изоляция</b></u>	
<u><b>Визуализация нагрузок на опоры / оборудование</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Визуализация нагрузок на опоры / оборудование</a></u> для выбора этапа расчета (момента времени или частоты) для просмотра нагрузок на опоры и оборудование
<u><b>Визуализация результатов по пружинам (СТАЦ)</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Визуализация результатов по пружинам</a></u>
<u><b>Оценка прочности и плотности фланцевых соединений</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Оценка прочности и плотности фланцевых соединений</a></u>
<u><b>Проверка продольной устойчивости</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Проверка продольной устойчивости</a></u>
<u><b>Файлы исходных данных</b></u>	Просмотр <u><a href="#">файлов исходных данных</a></u>
<u><b>Превышения критериев</b></u>	В окне <i>Сообщения</i> выводятся сведения о превышениях критериев прочности и деформативности по результатам проведенного расчета
<u><b>Протоколы</b></u>	Опция вывода <u><a href="#">протоколов</a></u> расчётов и протокола итерационного процесса по учету трения, отрывов от опор, зазоров (-СТАЦ)
<u><b>Экспорт результатов</b></u>	<u><a href="#">Экспорт результатов</a></u> расчета в текстовые файлы открытого формата. Описание открытых форматов приведено в Приложении 6 “Общего описания” [113]
<u><b>Графики результатов</b></u>	Просмотр <u><a href="#">графиков результатов</a></u>
<u><b>Сводные таблицы (ДЕТАЛЬ)</b></u>	
<u><b>Сводные таблицы (СТАЦ)</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Сводные таблицы (СТАЦ)</a></u> для формирования сводных таблиц результатов после статического расчета
<u><b>Сводные таблицы (ФОРМ)</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Сводные таблицы (ФОРМ)</a></u> для формирования сводных таблиц результатов после расчета собственных частот и форм
<u><b>Сводные таблицы (СЕЙСМ)</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Сводные таблицы (СЕЙСМ)</a></u> для формирования сводных таблиц результатов после расчета на сейсмические воздействия
<u><b>Сводные таблицы (ВИБР)</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Сводные таблицы (ВИБР)</a></u> для формирования сводных таблиц результатов после расчета на вибрационные воздействия
<u><b>Сводные таблицы (ДИН)</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Сводные таблицы (ДИН)</a></u> для формирования сводных таблиц результатов после расчета на динамические воздействия
<u><b>Сводные таблицы пользователя</b></u>	Вызов диалога <u><a href="#">Сводные таблицы пользователя</a></u> для формирования сводных таблиц результатов после расчета



## Визуализация перемещений

Вызов диалога *Визуализация перемещений* дает возможность просмотра перемещений, полученных в результате статического (по этапам расчета) или динамических расчетов. Ниже приводится описание диалога *Перемещения* для статического, сейсмического, динамического и вибрационного расчётов.



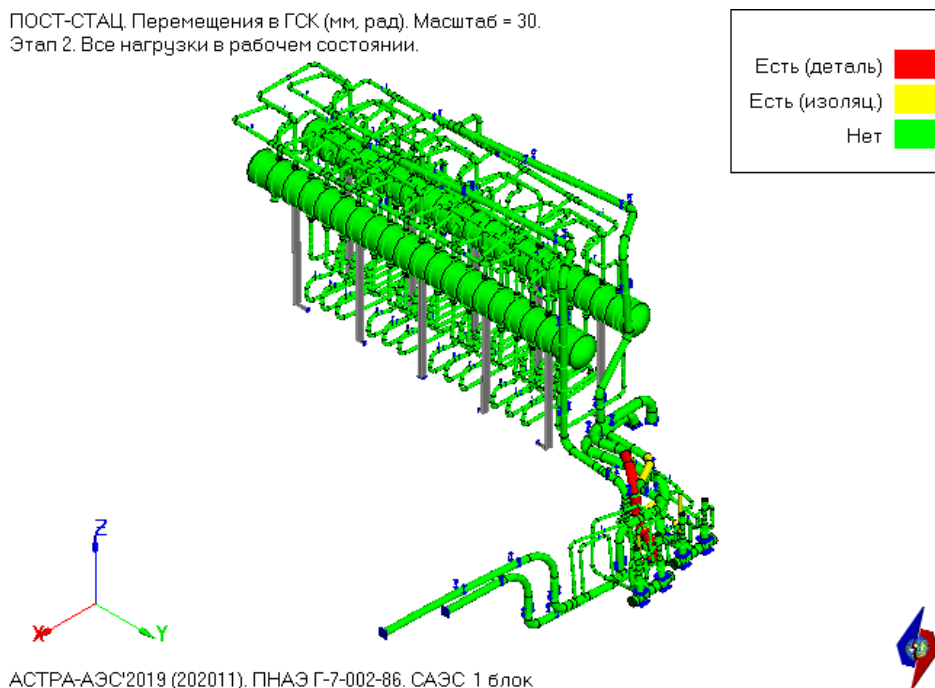
- *Компоненты перемещений* – выбор всех или заданных компонент перемещений для визуализации в виде деформированной модели;
- *Показывать коллизии* – при выбранной опции показываются коллизии в деформированной модели в виде изолиний. Если присутствует коллизия в детали, то она красится в красный цвет, если в изоляции – то в жёлтый. Данные цвета показываются также в таблице цветов в правом верхнем углу экрана;

Есть (деталь)	Есть (деталь)
Нет	Есть (изоляция)
	Нет

- *Показывать результаты изолиниями* – результаты по перемещениям показываются в виде изолиний компонент перемещений или квадратного корня из сумм квадратов линейных перемещений (в случае выбора всех компонент);
- *Перемещения в ЛСК* – опция для вывода компонент перемещений в локальной системе координат (иначе – в глобальной системе координат ГСК). При визуализации значений в сечении выводятся оси локальной системы координат;
- *Показывать исходный трубопровод* – при включённой опции одновременно показываются деформированная и исходная модель трубопровода;
- *Результаты в виде эпюр* – для отображения перемещений в виде эпюр, поставьте флажок.

При визуализации перемещений дополнительно диагностируется отрыв от опор (см. пункт [Отрыв от опор](#) меню [Вид](#)).

ПОСТ-СТАЦ. Перемещения в ГСК (мм, рад). Масштаб = 30.  
Этап 2. Все нагрузки в рабочем состоянии.



АСТРА-АЭС'2019 (202011). ПНАЭ Г-7-002-86. САЭС 1 блок

При визуализации коллизий дополнительно в окне *Сообщения* выводится список коллизий (при их наличии). Для каждой пары деталей, образовавших коллизию, выводится следующая информация: *Номера участков (с указанием узлов их начала и конца), к которым относятся детали, Номера перекрестившихся элементов, Минимальное значение между осевыми линиями элементов*. В случае, если коллизий нет, выдаётся сообщение: «Коллизий не обнаружено!».

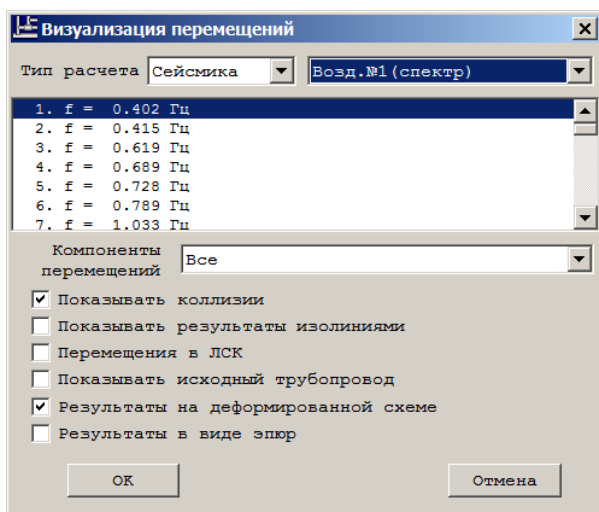
Подробное описание основных принципов визуализации результатов расчёта см. [Визуализация. Основные сведения](#).

Представленный выше диалог *Визуализация перемещений* для **Статического расчёта** формируется в зависимости от **Норм расчёта**, заданного вида расчёта и типа трубопровода. Для просмотра выберите этап расчёта, и нажмите **ОК**.

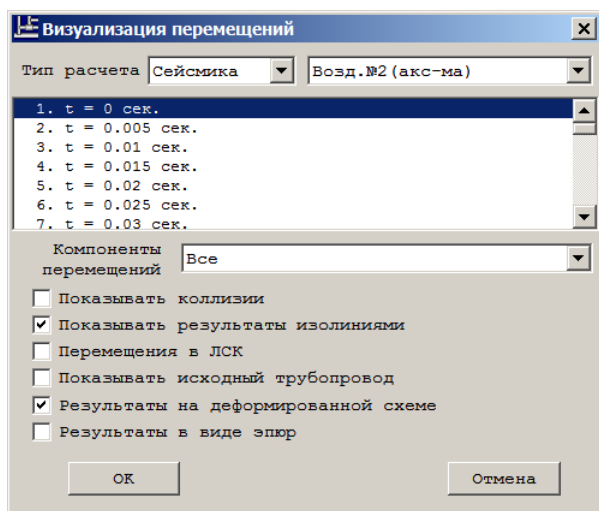
Ниже представлен диалог *Визуализация перемещений* для **Сейсмического расчёта**. Для просмотра выберите воздействие с углом сейсмоволны, либо пункт **Максимум** в соответствующем меню

В случае, если перед расчётом не был поставлен флажок в поле *Вывод результатов по точкам интегрирования (для акселерограмм) или по частотам (для спектров)*, результаты по частотам (шагам интегрирования) будут недоступны, доступен только **Максимум** (см. раздел [Сейсмические воздействия \(СЕЙСМ\)](#))

Если выбранное воздействие – спектр, то для просмотра выберите частоту и нажмите *OK*.

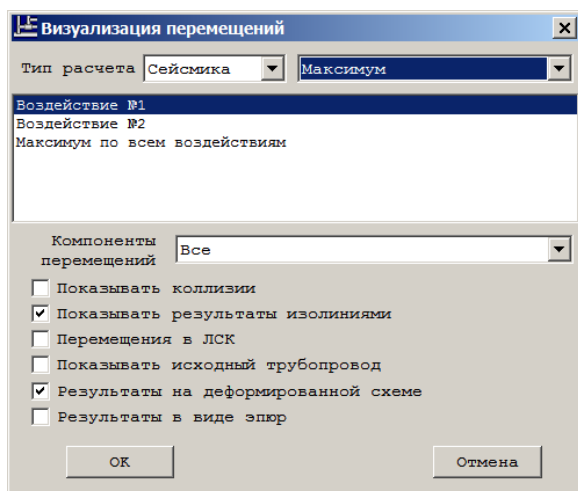


Если выбранное воздействие – акселерограмма, то для просмотра выберите шаг интегрирования по времени и нажмите *OK*



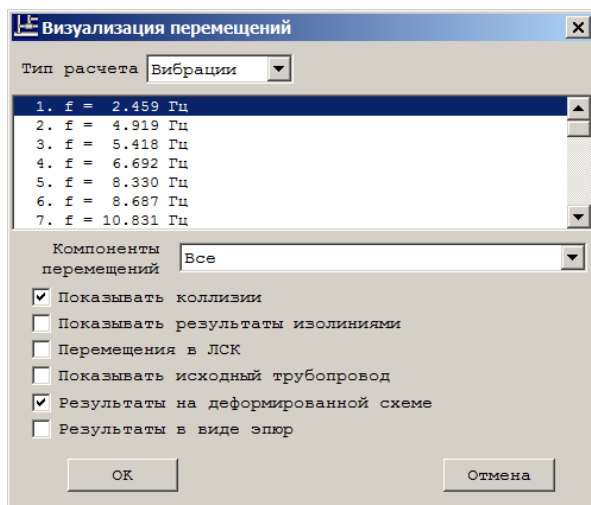
При выборе в списке воздействий пункта *Максимум* выводятся максимальные перемещения по каждому расчётному воздействию. Для просмотра выберите воздействие или максимум по всем воздействиям и нажмите *OK*.

Максимум перемещений формируется для всех моментов времени отдельно для каждой компоненты.



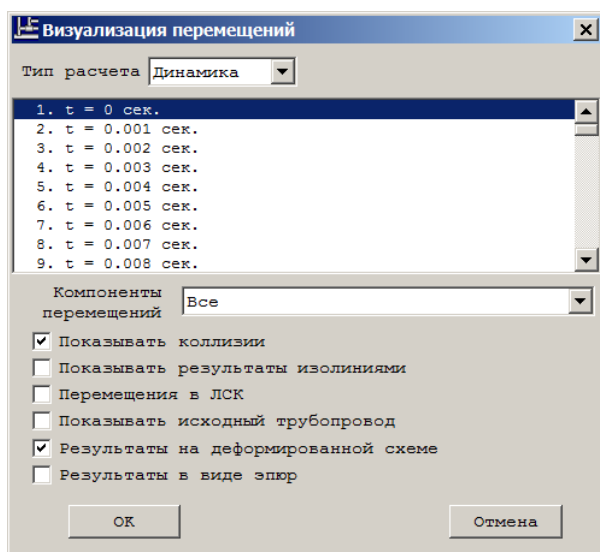
Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация перемещений*.

Ниже представлен диалог *Визуализация перемещений* для **Вибрационного расчёта**. Для просмотра выберите собственную или вынуждающую частоту, и нажмите *OK*.



Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация перемещений*.

Ниже представлен диалог *Визуализация перемещений* для **Динамического расчета**. Для просмотра выберите момент времени, либо пункт *Максимум*, и нажмите *OK*.



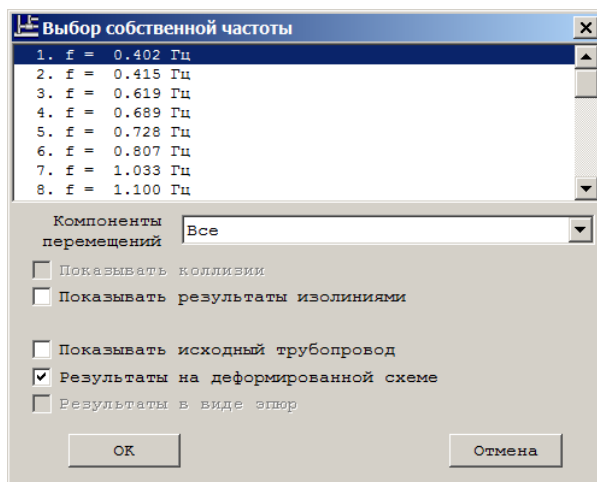
В списке моментов времени при выборе пункта *Максимум* выводятся максимальные перемещения. Максимум перемещений формируется для всех моментов времени отдельно для каждой компоненты.

Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация перемещений*.

## Визуализация собственных форм колебаний

Выберите в данном списке нужные собственные частоты, используя левую клавишу мыши (одна частота) и клавишу *Ctrl* (несколько частот). Нажмите кнопку **OK**.

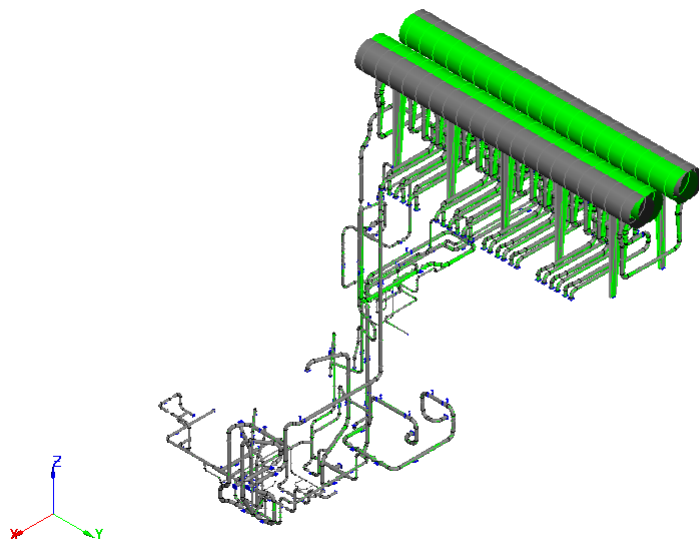
После этого появятся графические окна с визуализацией форм колебаний, соответствующих выбранным собственным частотам.



- *Компоненты перемещений* – выбор всех или заданных компонент собственного вектора для визуализации в виде деформированной модели;
- *Показывать угловые перемещения* – визуализация значений угловых компонент собственного вектора при показе значений перемещений;
- *Показывать исходный трубопровод* – при включённой опции одновременно показываются деформированная и исходная модель трубопровода;
- *Результаты на деформированной схеме* – показ выбранной компоненты собственного вектора (или длины вектора перемещений в случае выбора всех компонент) в виде изополей на деформированной модели;
- *Результаты в виде эпюр* – для отображения перемещений в виде эпюр, поставьте флажок. Опция активна при включённой опции *Результаты на деформированной схеме*.

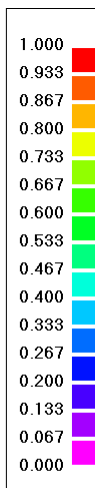
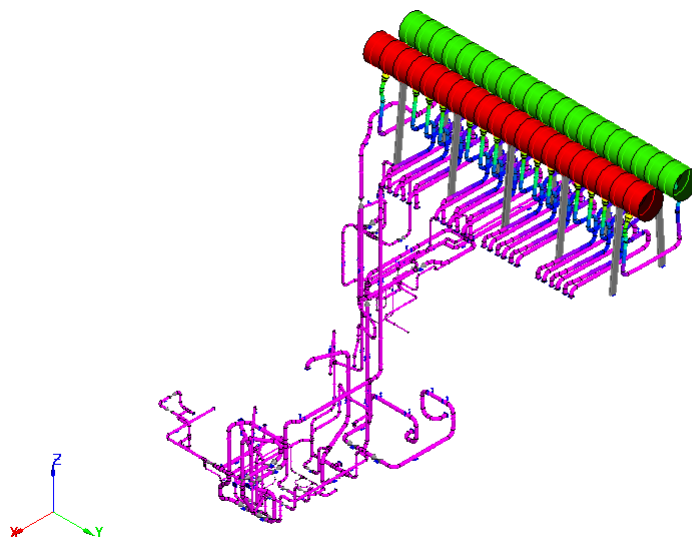
Подробное описание основных принципов визуализации результатов расчёта см. [Визуализация. Основные сведения](#).

ПОСТ-ФОРМ. Форма № 12 ( $f = 1.404$  Гц)



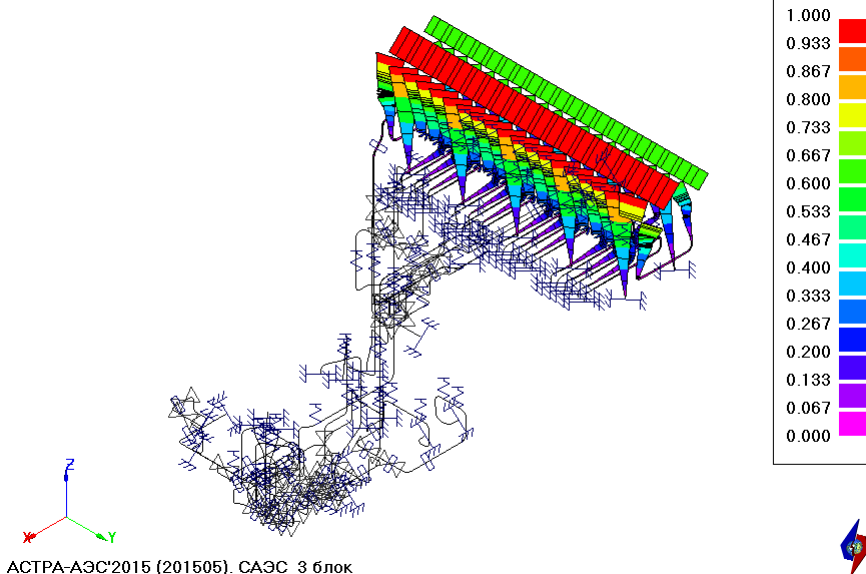
АСТРА-АЭС'2015 (201505). САЭС 3 блок

ПОСТ-ФОРМ. Форма № 12 ( $f = 1.404$  Гц)



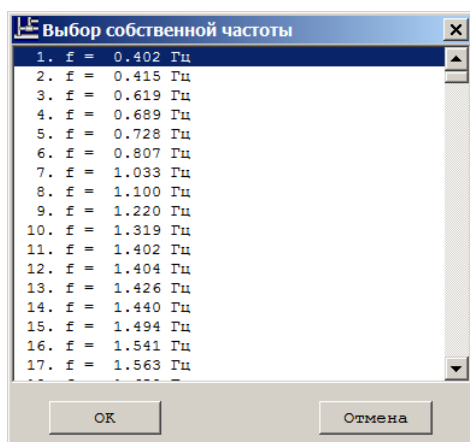
АСТРА-АЭС'2015 (201505). САЭС 3 блок

ПОСТ-ФОРМ. Форма № 12 ( $f = 1.404$  Гц)



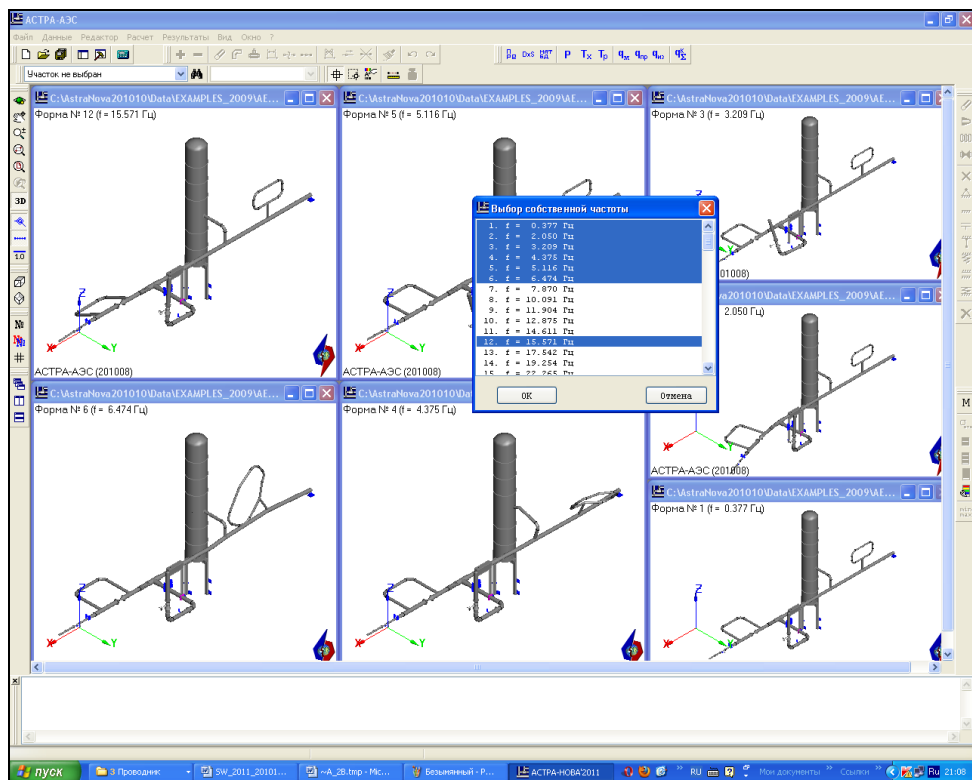
## Анимация собственных форм колебаний

Выберите в данном списке нужные собственные частоты, используя левую клавишу мыши (одна частота) и клавишу *Ctrl* (несколько частот). Нажмите кнопку **ОК**.



После этого появятся графические окна с анимированными формами колебаний, соответствующими выбранным собственным частотам.

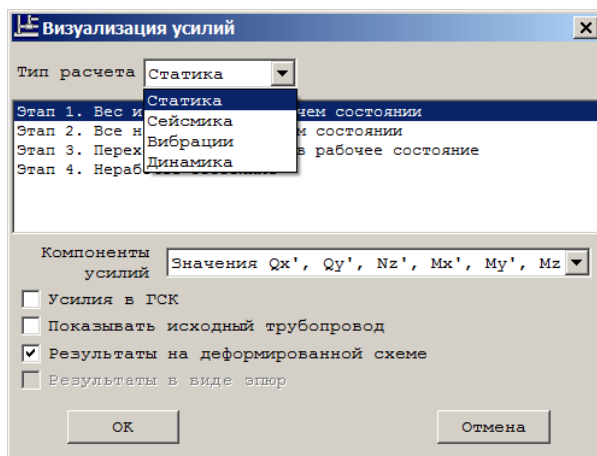




## Визуализация усилий

Вызов диалога [Визуализация усилий](#) дает возможность просмотра усилий, полученных в результате статического (по этапам расчета) или динамических расчетов.

Ниже приводится описание диалога *Визуализация усилий* для статического, сейсмического, динамического и вибрационного расчётов.



- *Компоненты усилий* – выбор всех или заданных компонент усилий для визуализации. При выборе отдельных компонент, усилия визуализируются в виде изополей или эпюр. В случае выбора всех шести компонент, усилия визуализируются в виде отображения всех числовых значений в отмеченных левой клавишей мыши сечениях. Значения усилий показываются только с одной стороны от сечений, скачки не учитываются. При визуализации усилий в ЛСК дополнительно к значениям усилий в сечениях показываются оси ЛСК. Визуализация всех компонент усилий осуществляется только на исходной схеме трубопровода.

- *Усилия в ГСК* - опция для вывода компонент усилий в глобальной системе координат (иначе – в локальной системе координат ГСК);

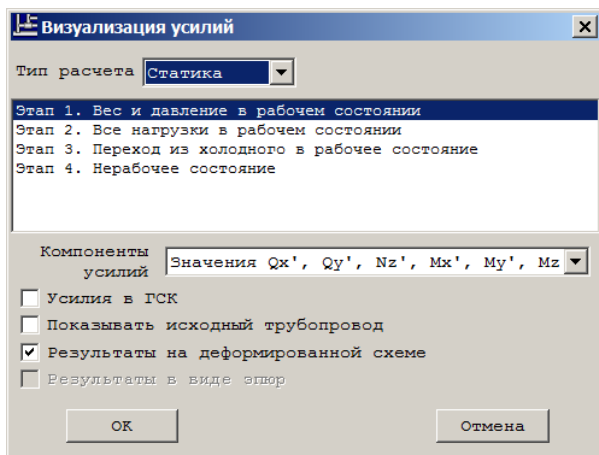
- *Показывать исходный трубопровод* – при включённой опции визуализируется исходная модель трубопровода;

- *Результаты на деформированной схеме* – показ результатов на деформированной модели;

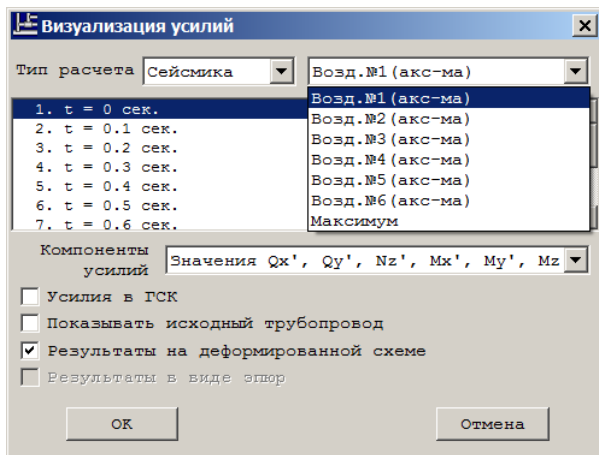
- *Результаты в виде эпюр* – для отображения усилий в виде эпюр, поставьте флажок. Пункт активен в случае выбора отдельных компонент опции *Отображаемый параметр*.

Подробное описание основных принципов визуализации результатов расчёта см. [Визуализация. Основные сведения](#).

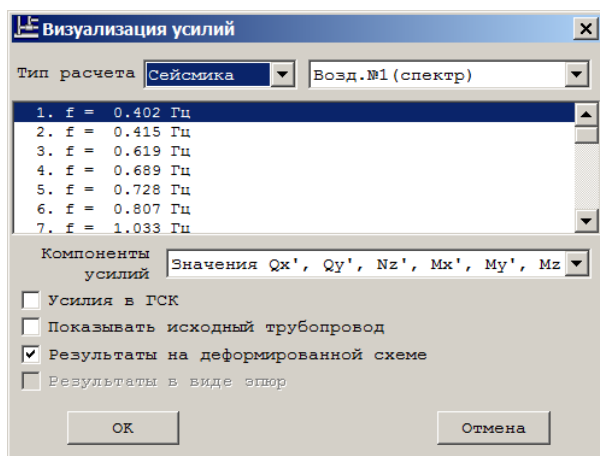
Диалог *Визуализация усилий* для **Статического расчета**, представленный ниже, формируется в зависимости от **Норм расчета**, заданного вида расчета и типа трубопровода. Для просмотра выберите этап расчета и нажмите **ОК**.



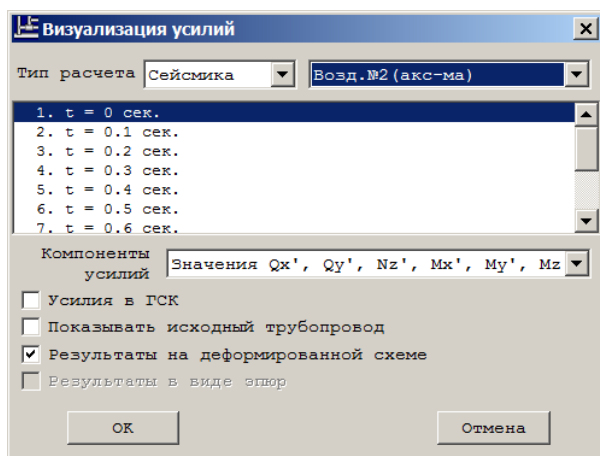
Ниже представлен диалог *Визуализация усилий* для **Сейсмического расчёта**. Для просмотра выберите воздействие с углом сейсмоволны, либо пункт *Максимум* в соответствующем меню



Если выбранное воздействие – спектр, то для просмотра выберите частоту и нажмите *OK*

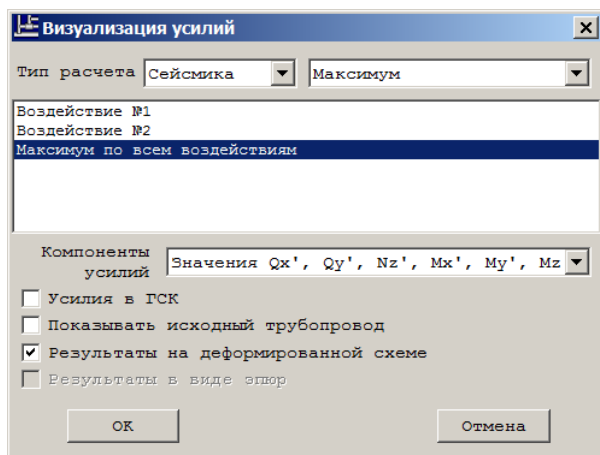


Если выбранное воздействие – акселерограмма, то для просмотра выберите шаг по времени и нажмите *OK*



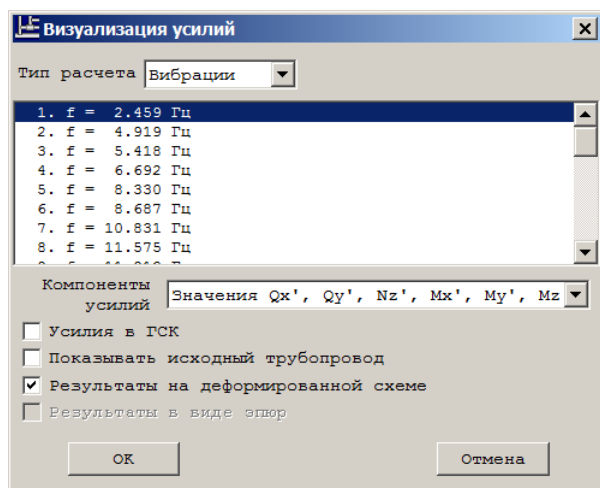
При выборе в списке воздействий пункта *Максимум* выводятся максимальные усилия по каждому расчётному воздействию. Для просмотра выберите воздействие или максимум по всем воздействиям и нажмите *OK*.

Эти усилия соответствуют максимальным напряжениям для выбранного воздействия, либо максимальным напряжениям для всех воздействий.



Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация усилий*.

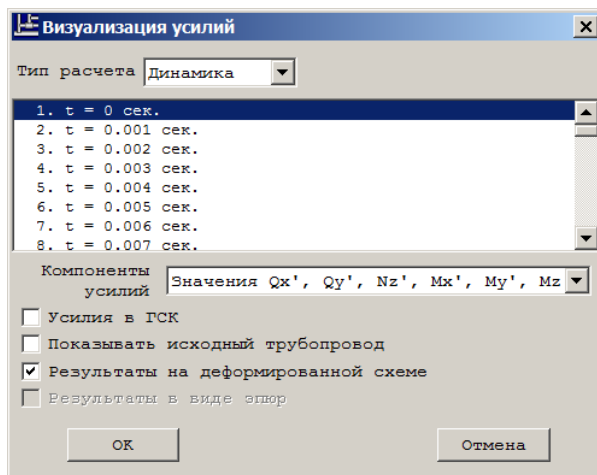
Ниже представлен диалог *Визуализация усилий* для **Вибрационного расчёта**. Для просмотра выберите собственную или вынуждающую частоту, и нажмите *OK*.



Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация усилий*.

Ниже представлен диалог *Визуализация усилий* для **Динамического расчета**. Для просмотра выберите момент времени, либо пункт *Максимум*, и нажмите *ОК*.

В списке моментов времени при выборе пункта *Максимум* выводятся максимальные усилия. Эти усилия соответствуют максимальным напряжениям.

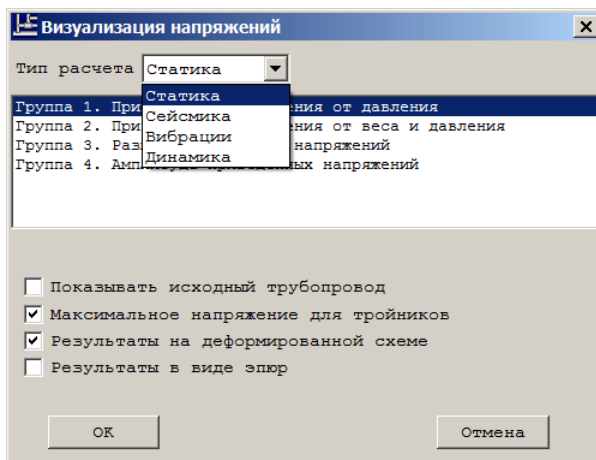


Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация усилий*.

## Визуализация напряжений

Вызов диалога *Визуализация напряжений* дает возможность просмотра напряжений для проведенных статического (по этапам расчета) или динамических расчетов.

Ниже приводится описание диалога *Визуализация напряжений* для статического, сейсмического, динамического и вибрационного расчётов.



- *Показывать исходный трубопровод* – при включённой опции визуализируется исходная модель трубопровода, а напряжения показываются в соответствии с состоянием поля *Результаты на деформированной схеме*.

- *Максимальное напряжение для тройников* – в случае выбора этой опции для тройника показывается максимальное напряжение из четырёх значений напряжений, одно – напряжение в тройнике, три другие – напряжения в прямых трубах, образующих корпус тройника. Если данная опция отключена и, при этом, максимальное напряжение не в тройнике, то примыкающие к тройниковому узлу отрезки красятся каждый в свой цвет. Опция доступна для всех отраслевых ветвей, кроме АСТРА-СВД;

- *Результаты на деформированной схеме* – показ результатов на деформированной модели. Деформированная модель соответствует тому этапу расчёта, для которого вычислены показанные напряжения;

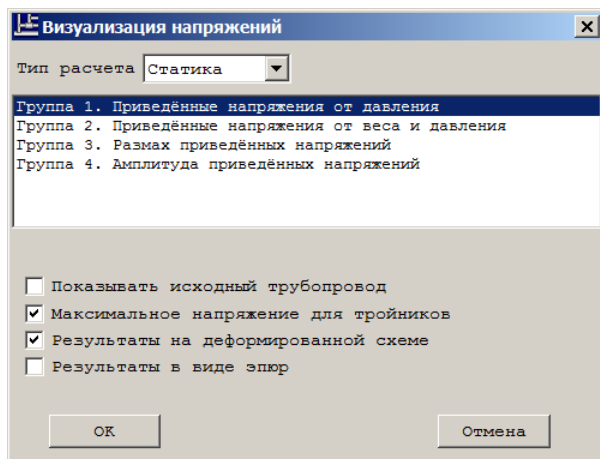
- *Результаты в виде эпюр* – для отображения напряжений в виде эпюр, поставьте флажок.

- *Напряжения по толщине* – визуализация напряжений по толщине стенки детали в выбранном сечении (см. [Визуализация напряжений по толщине](#)). Доступна при расчёте по АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013).

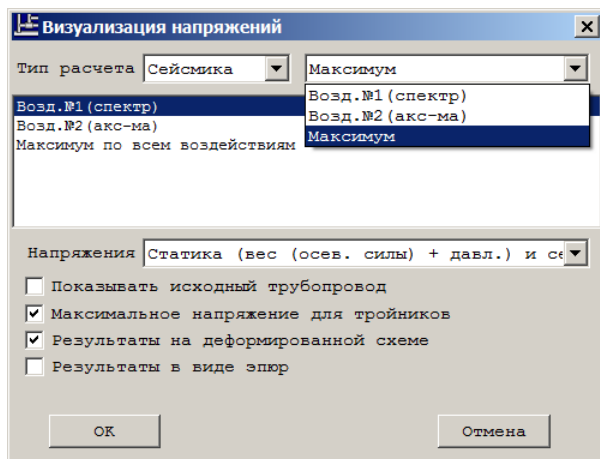
Подробное описание основных принципов визуализации результатов расчёта см. [Визуализация. Основные сведения](#).

См. также пункт [Относительные напряжения/факторы](#) меню Вид.

Диалог *Визуализация напряжений* для **Статического расчета**, представленный ниже, формируется в зависимости от **Норм расчета**, заданного вида расчета и типа трубопровода. Для просмотра выберите этап/группу напряжений и нажмите ОК.

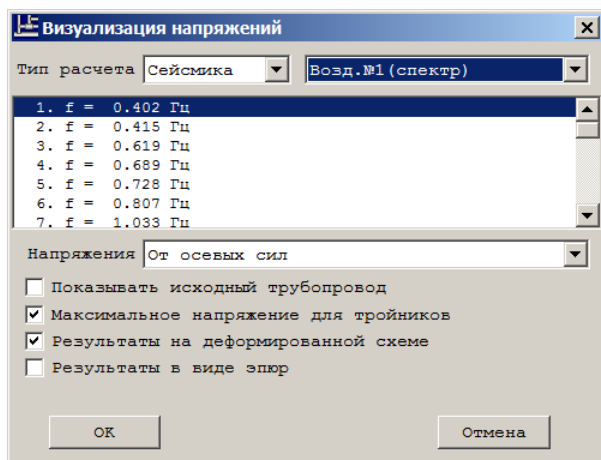


Ниже представлен диалог *Визуализация напряжений* для **Сейсмического расчёта**. Для просмотра выберите воздействие с углом сейсмоволны, либо пункт *Максимум* в соответствующем меню



Если выбранное воздействие – спектр, то для просмотра выберите частоту



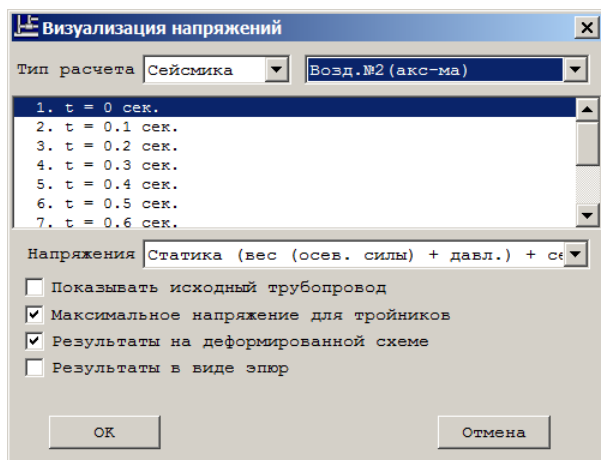


Опция *Напряжения* содержит силовые факторы, по которым определялись напряжения: *От осевых сил* и *От осевых сил и моментов*



Выберите силовые факторы и нажмите *OK*

Если выбранное воздействие – акселерограмма, то для просмотра выберите шаг по времени

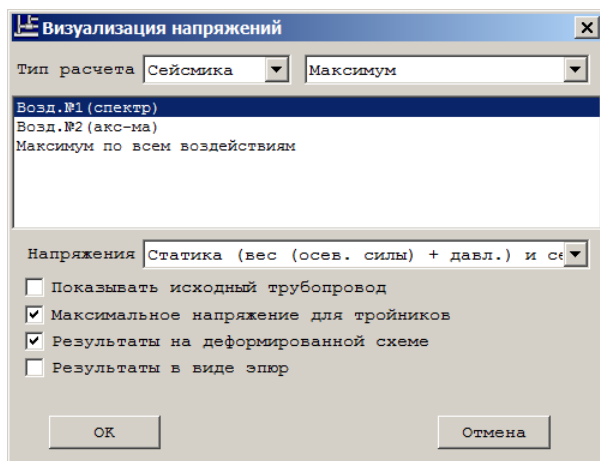


Опция *Напряжения* содержит силовые факторы, по которым определялись напряжения, и отображается в зависимости от вида расчёта (см. [Расчет на сейсмические воздействия](#), закладка *Параметры*, пункт *Вид расчёта*):

Вид расчёта	Опция <i>Напряжения</i>
Только сейсмическое воздействие	<div>От осевых сил</div> <div>От осевых сил</div> <div>От осевых сил и моментов</div>
Полный сейсмический расчет (этап 1 статика + сейсмика)	<div>Статика (вес (осев. силы) + давл.) + сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (вес (осев. силы) + давл.) + сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (вес + давл.) + сейсмика</div> <div>Статика (вес (осев. силы) + давл.) - сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (вес + давл.) - сейсмика</div>
Полный сейсмический расчет (этап 2 статика + сейсмика)	<div>Статика (полн. наг. (осев. силы + давл.)) + сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (полн. наг. (осев. силы + давл.)) + сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (полн. наг.) + сейсмика</div> <div>Статика (полн. наг. (осев. силы + давл.) - сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (полн. наг.) - сейсмика</div>

Выберите силовые факторы и нажмите *ОК*

В списке воздействий при выборе пункта *Максимум* выводятся максимальные напряжения по каждому воздействию отдельно с учётом указанных углов подхода сейсмоволны и по всем расчётным воздействиям. Для просмотра выберите воздействие или *Максимум по всем воздействиям*.



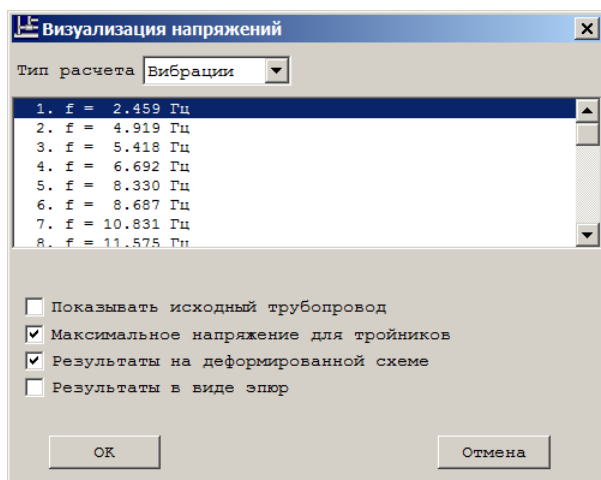
Опция *Напряжения* содержит силовые факторы, по которым определялись напряжения и отображается в зависимости от вида расчёта (см. [Расчет на сейсмические воздействия](#), закладка *Параметры*, пункт *Вид расчёта*):

Вид расчёта	Опция <i>Напряжения</i>
Только сейсмическое воздействие	<div>От осевых сил</div> <div>От осевых сил</div> <div>От осевых сил и моментов</div>
Полный сейсмический расчет (этап 1 статика + сейсмика)	<div>Статика (вес (осев. силы) + давл.) и сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (вес (осев. силы) + давл.) и сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (давл. + вес) и сейсмика</div>
Полный сейсмический расчет (этап 2 статика + сейсмика)	<div>Статика (полн.нап. (осев. силы + давл.)) и сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (полн.нап. (осев. силы + давл.)) и сейсмика (осев. силы)</div> <div>Статика (полн.нап.) и сейсмика</div>

Выберите силовые факторы в опции *Напряжения* и нажмите *OK*

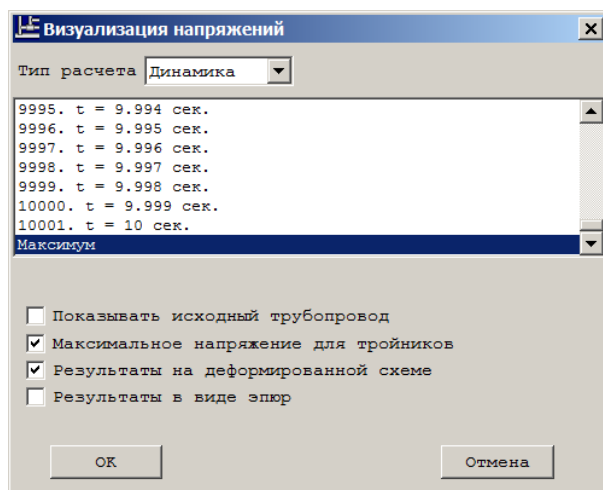
Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация напряжений*.

Ниже представлен диалог *Визуализация напряжений* для **Вибрационного расчёта**. Для просмотра выберите собственную или вынуждающую частоту, и нажмите *OK*.



Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация напряжений*.

Ниже представлен диалог *Визуализация напряжений* для **Динамического расчета**. Для просмотра выберите момент времени, либо пункт *Максимум*



Опция *Напряжения* содержит силовые факторы, по которым определялись напряжения, и отображается в зависимости от вида расчёта (см. [Расчёт на динамические воздействия](#), закладка *Параметры*, пункт *Вид расчёта*):

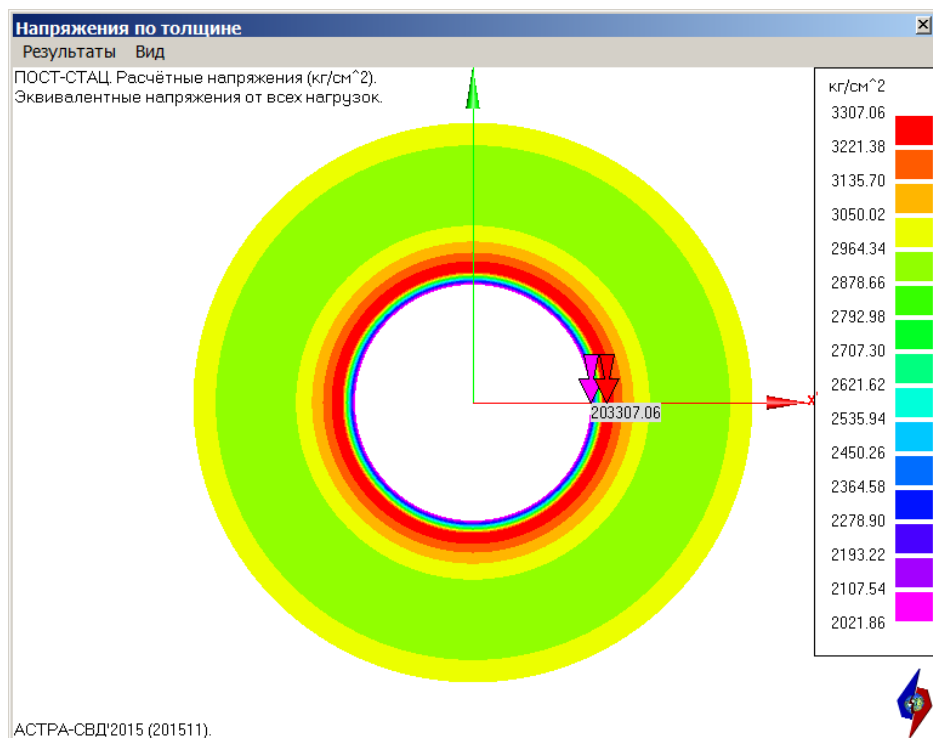
Вид расчета	Опция <i>Напряжения</i>
Только динамическое воздействие	Отсутствует
Полный динамический расчет с учетом статики	<div>Статика+динамика</div> <div>Статика+динамика</div> <div>Статика-динамика</div>

Выберите силовые факторы в опции *Напряжения* и нажмите *OK*

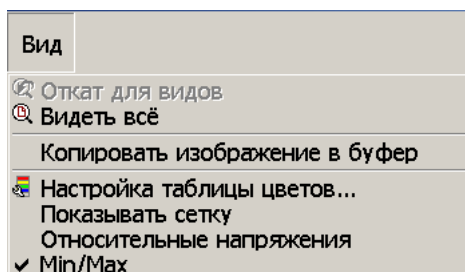
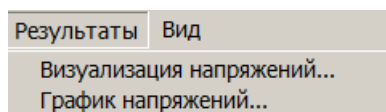
Остальные настройки приведены в описании диалога *Визуализация напряжений*.

## Визуализация напряжений по толщине

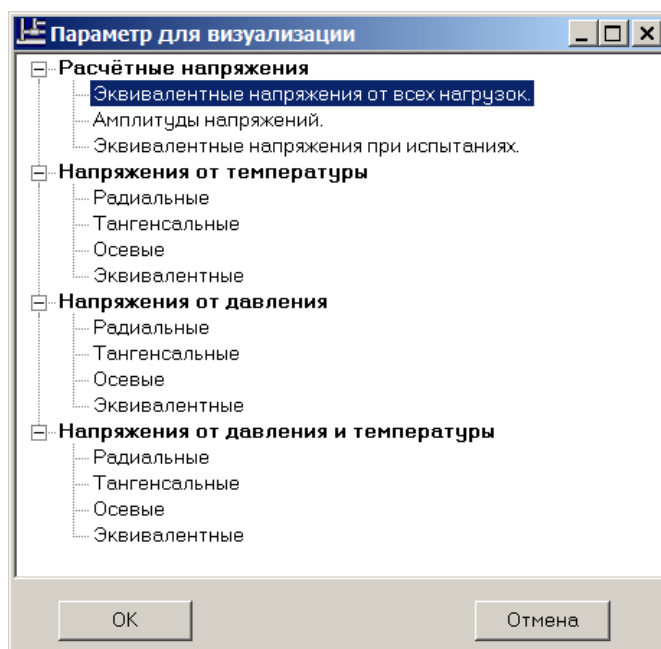
При визуализации напряжений для АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013) в случае выбора сечения указателем и при выборе опции *Напряжения по толщине* (см. пункт [Визуализация напряжений](#)), показывается окно с распределением напряжений по толщине стенки трубы



Главное меню этого окна состоит из двух пунктов: *Результаты* и *Вид*



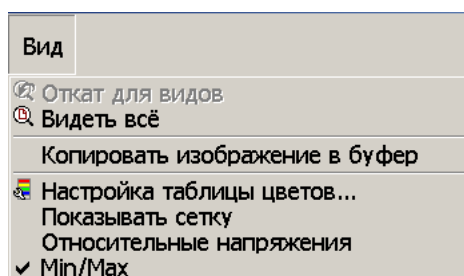
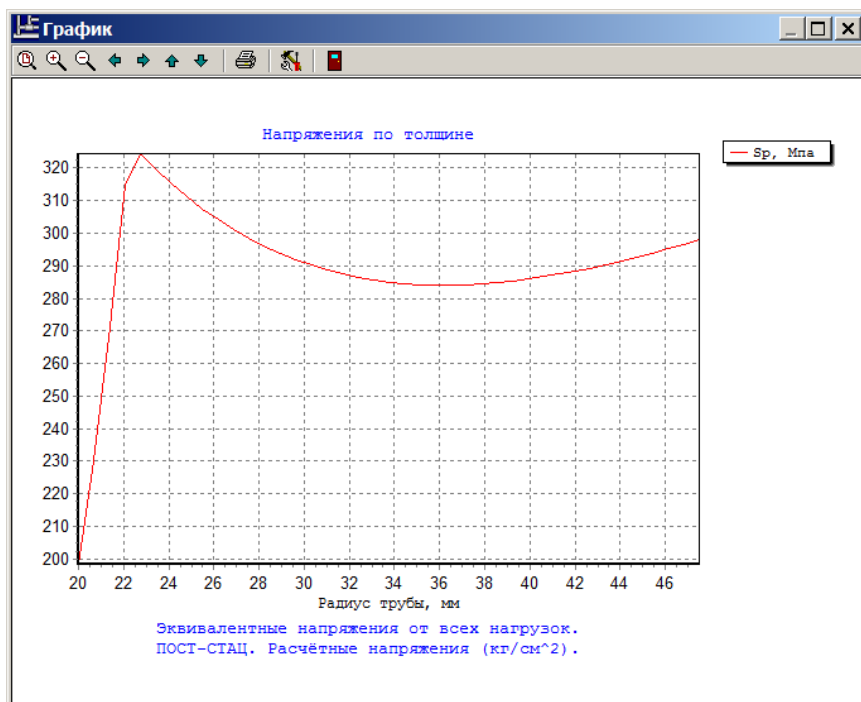
В случае выбора пункта *Визуализация напряжений...* в меню *Результаты* появляется диалог для выбора типа напряжений (в том числе, есть возможность просмотра напряжений от приложенных нагрузок в отдельности и компонент напряжений)



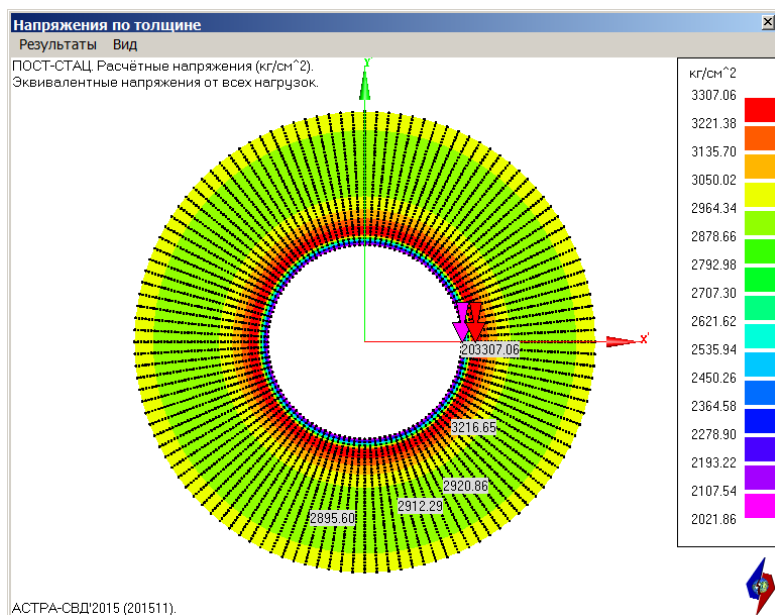
После нажатия кнопки *OK* будут визуализированы выбранные в окне напряжения

В случае выбора пункта *График напряжений...* и, ввода угла в появившемся диалоговом окне, строится график изменения напряжений по толщине стенки детали. Введённый угол отсчитывается от локальной оси X' против часовой стрелки






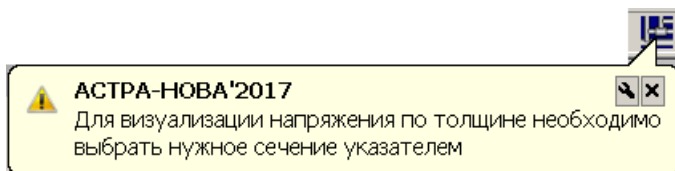
При выборе пункта *Показывать сетку*, при визуализации напряжений будут показаны точки, нажимая на которые левой клавишей мыши, можно визуализировать значения напряжений. Вторичное нажатие на точку ведёт к отмене визуализации напряжения в данной точке. Нажатие клавиши *Esc* отменяет весь выбор.



Пункт Min/Max включает/отличает показ точек \с минимальным и максимальным напряжением при помощи “стрелок”

Описание остальных пунктов меню доступно в соответствующих разделах (см. [Откат для видов](#), [Видеть все](#), [Копировать изображение в буфер](#), [Настройка таблицы цветов](#), [Относительные напряжения/факторы](#)).

Если при визуализации напряжений для АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013) при выборе опции *Напряжения по толщине* (см. пункт [Визуализация напряжений](#)) не выбрано указателем ни одно сечение, то выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок АСТРА-НОВА  на панели инструментов “systray”) программы

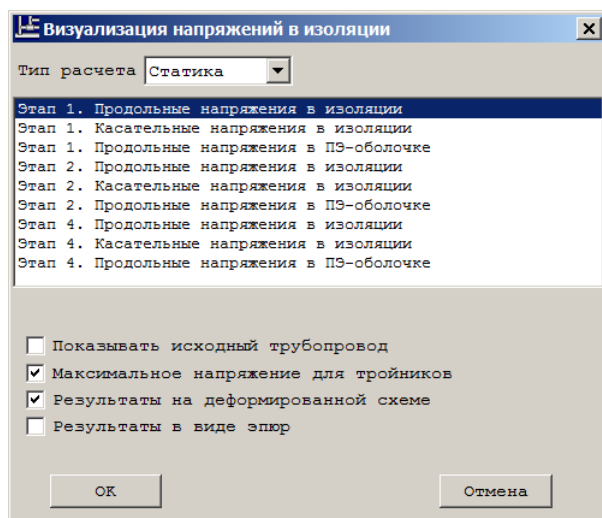


## Визуализация напряжений в изоляции

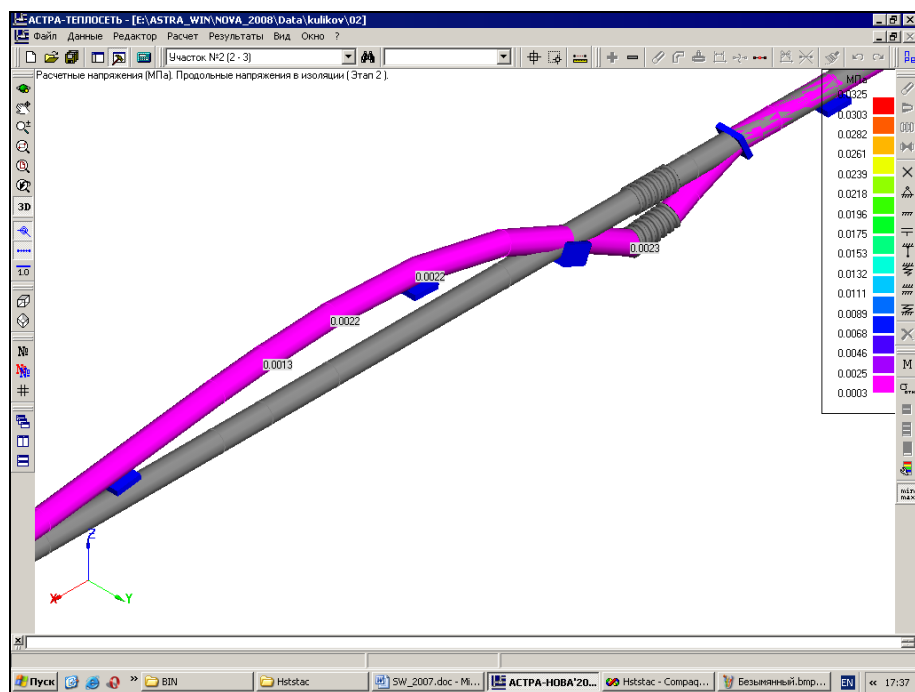
Вызов диалога [Визуализация напряжений в изоляции](#) дает возможность просмотра напряжений в изоляции для проведенного статического расчета трубопроводов, проложенных в грунте.



Данный диалог формируется для расчёта по отраслевой ветви АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (нормы РД 10-400-01).



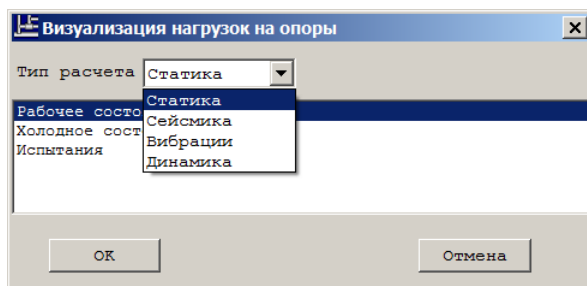
Описание опций окна *Визуализация напряжений в изоляции* доступно в разделе [Визуализация напряжений](#)

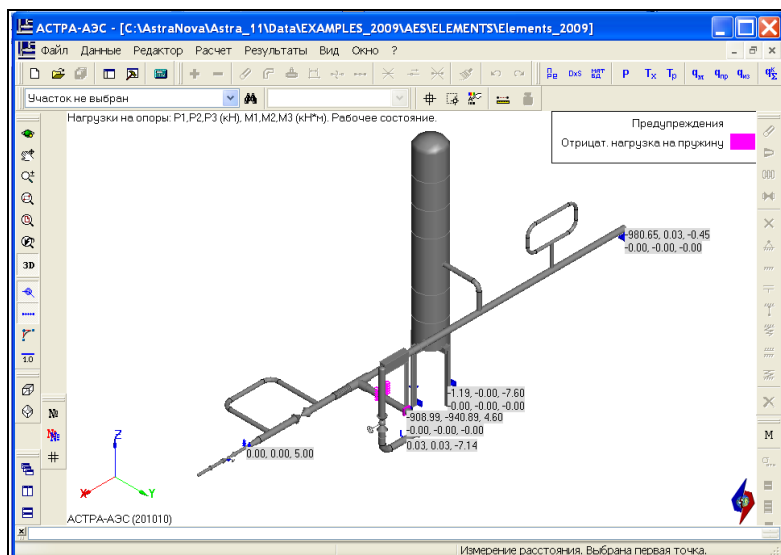


## Визуализация нагрузок на опоры/оборудование

Вызов диалога [Визуализация нагрузок на опоры/оборудование](#) дает возможность просмотра нагрузок на опоры, пружины, жесткие подвески и оборудование для проведенных статического (рабочее и холодное состояния, испытания) или динамических расчетов.

Ниже приводится описание диалога *Визуализация нагрузок на опоры/оборудование* для статического, сейсмического, динамического и вибрационного расчетов.





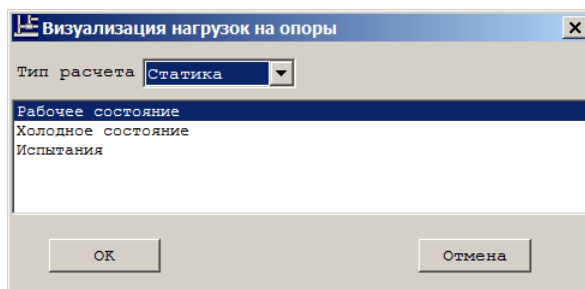
Подробное описание основных принципов визуализации результатов расчёта см. [Визуализация. Основные сведения](#).

Обратите внимание на систему координат, в которой выводятся значения нагрузок. В случае задания опорных конструкций (кроме узловых) в локальной системе координат (направляющая опора, опора общего вида в ЛСК, амортизатор в ЛСК) значения нагрузок выводятся также в локальной СК. Для опор скольжения, в случае несовпадения оси трубопровода с координатной осью **X** или **Y**, нагрузки выводятся также в ЛСК (вдоль и поперёк трубы). Опорные конструкции любых типов, заданные в узлах, всегда учитываются как заданные в ГСК, нагрузки на них также всегда выводятся в ГСК.

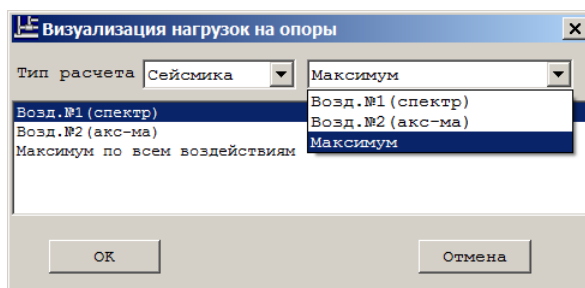
При визуализации статических нагрузок на опоры выдаются следующие цветовые диагностики:

Цвет	Диагностика	Условие появления
	Отрыв от опоры	Трубопровод в односторонней (скользящей, направляющей или общего вида) опоре перемещается в сторону положительного направления оси Z ГСК
	Вертикальная нагрузка вверх	Трубопровод в двусторонней (скользящей, направляющей или общего вида) опоре перемещается в сторону положительного направления оси Z ГСК
	Превышение доп. нагрузок	Нагрузка на опору превышает допускаемую
	Нагрузка на подвеску = 0	Жёсткая подвеска не нагружена или трубопровод в точке подвеса перемещается в сторону положительного направления оси Z ГСК
	Нагрузка на пружинную подвеску $\leq 0$	Трубопровод в точке подвеса имеет нулевые перемещения по оси Z или перемещается в сторону положительного направления оси Z ГСК
	Нагр. на пруж. подвеску $>$ макс. табл.	Нагрузка на одну тягу пружинной подвески больше максимальной табличной. Диагностика не выдаётся для пружин пользователя, пружин постоянного усилия и в случае, если жёсткость пружины не соответствует выбранному сортаменту пружин
	Нагрузка на пружинную опору $\leq 0$	Трубопровод в точке подвеса имеет нулевые перемещения по оси Z или перемещается в сторону положительного направления оси Z ГСК
	Нагр. на пруж. опору $>$ макс. табл.	Нагрузка на одну тягу пружинной опоры больше максимальной табличной. Диагностика не выдаётся для пружин пользователя, и в случае, если жёсткость пружины не соответствует выбранному сортаменту пружин

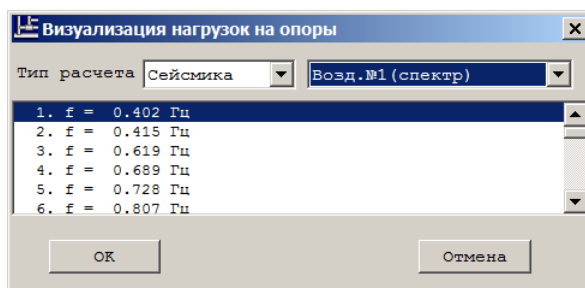
Диалог *Визуализация нагрузок на опоры/оборудование* для **Статического расчета**, представленный ниже, формируется в зависимости от заданного вида расчета и типа трубопровода. Для просмотра выберите состояние трубопровода, при котором необходимо визуализировать нагрузки, и нажмите ОК.



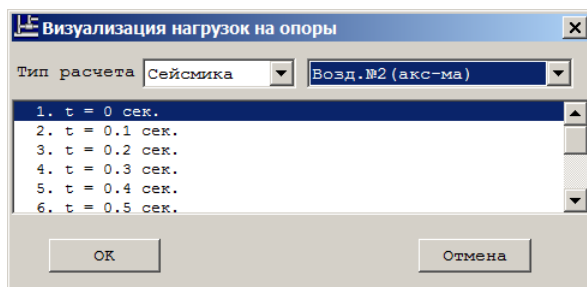
Ниже представлен диалог *Визуализация нагрузок на опоры/оборудование* для **Сейсмического расчёта**. Для просмотра выберите воздействие с углом сейсмоволны, либо пункт *Максимум* в соответствующем меню



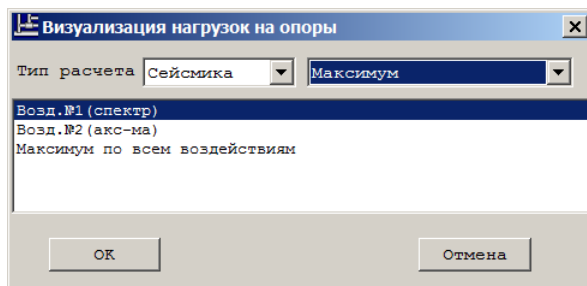
Если выбранное воздействие – спектр, то для просмотра выберите частоту и нажмите *OK*



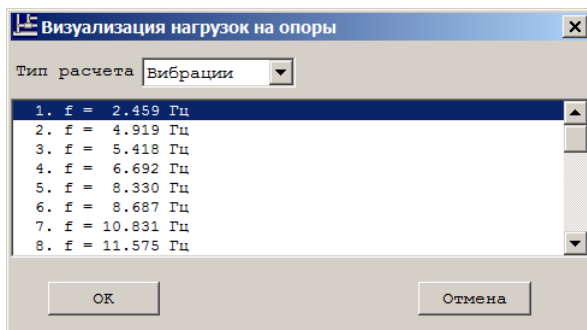
Если выбранное воздействие – акселерограмма, то для просмотра выберите шаг по времени и нажмите *OK*



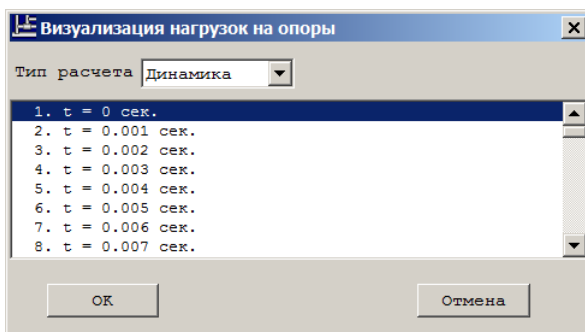
В списке воздействий при выборе пункта *Максимум* выводятся максимальные нагрузки на опоры/оборудование по каждому воздействию отдельно с учётом указанных углов подхода сейсмических волн и по всем расчётным воздействиям. Для просмотра выберите воздействие или *Максимум по всем воздействиям* и нажмите *ОК*



Ниже представлен диалог *Визуализация нагрузок на опоры/оборудование* для **Вибрационного расчёта**. Для просмотра выберите собственную или вынуждающую частоту, и нажмите *ОК*.

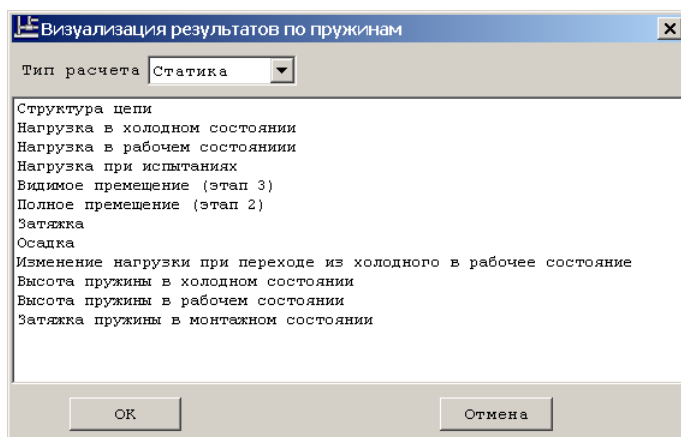


Ниже представлен диалог *Визуализация нагрузок на опоры/оборудование* для **Динамического расчёта**. Для просмотра выберите момент времени, либо пункт *Максимум*, и нажмите *ОК*.



### Визуализация результатов по пружинам (СТАЦ)

Вызов диалога *Визуализация результатов по пружинам* дает возможность просмотра значимых результатов статического расчёта по пружинам (пружинным подвескам и пружинным опорам)

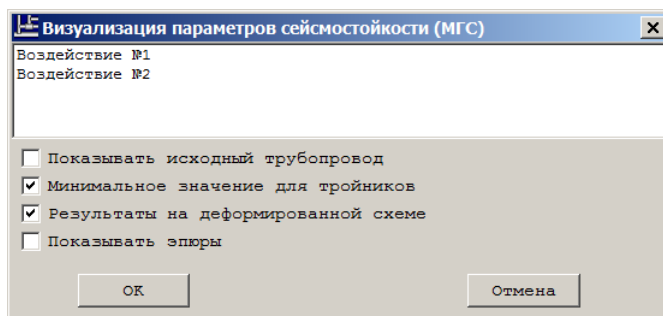


Описание выводимых результатов приводится в [113], Приложение 4.6.

### Визуализация параметров сейсмостойкости (МГС)

Вызов диалога [\*Визуализация интегральных параметров сейсмостойкости \(МГС\)\*](#) дает возможность просмотра интегральных параметров сейсмостойкости. Диалог доступен при проведённом статическом и сейсмическом расчёте только на сейсмическое воздействие (см. [\*Сейсмические воздействия \(СЕЙСМ\)\*](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*).

Ниже приводится описание диалога *Визуализация параметров сейсмостойкости (МГС)*.



- *Показывать исходный трубопровод* – при включённой опции визуализируется исходная модель трубопровода, а напряжения показываются в соответствии с состоянием поля *Результаты на деформированной схеме*.

- *Минимальное значение для тройников* – в случае выбора этой опции для тройника показывается минимальный интегральный параметр сейсмостойкости из четырёх значений, одно – в тройнике, три другие – в прямых трубах, образующих корпус тройника. Если данная опция отключена и, при этом, минимальное значение интегрального параметра не в тройнике, то примыкающие к тройниковому узлу отрезки красятся каждый в свой цвет. Опция доступна для всех отраслевых ветвей, кроме АСТРА-СВД;

- *Результаты на деформированной схеме* – показ результатов на деформированной модели. Деформированная модель соответствует тому этапу расчёта, для которого вычислены показанные напряжения;

- *Результаты в виде эпюр* – для отображения напряжений в виде эпюр, поставьте флажок.

## Оценка прочности и плотности фланцевых соединений...

Вызов диалога *Оценка прочности и плотности фланцевых соединений...* дает возможность оценки прочности и плотности фланцевых соединений судовых трубопроводных систем на основе усилий, полученных в результате статического расчета. Расчёт проводится в соответствии с требованиями [14]. Диалог доступен при расчёте трубопроводных систем по отраслевой ветви АСТРА-СУДПРОМ. Все параметры диалога идентичны параметрам диалога [Фланец](#) на *Панели ввода*.

Данный пункт меню активен, если есть результаты статического расчёта и маркер находится в сечении, где установлен фланец.



## Проверка продольной устойчивости

Вызов диалога *Проверка продольной устойчивости* дает возможность проверки продольной устойчивости на основе усилий, полученных в результате статического расчета.


Проверка продольной устойчивости проводится для отраслевых ветвей АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013) и АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013) для прямолинейных участков трубопровода, состоящих только из прямых труб.

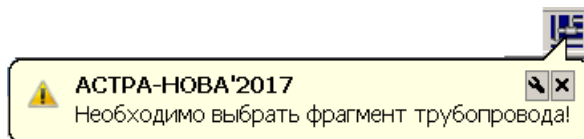
Для вызова диалога *Проверка продольной устойчивости* необходимо выбрать интересующие детали трубопровода (прямые трубы), в результате чего диалог *Проверка продольной устойчивости* станет активным.

Ниже приводится описание диалога *Проверка продольной устойчивости*.

- *Коэффициент расчётной длины* - величина коэффициента расчётной длины зависит от условий закрепления деталей, положительное действительное число;
- *Коэффициент трения в опорах* - коэффициент трения в опорах деталей, положительное действительное число. Если опор с трением нет, задаётся равным 0. Уточните присутствующие параметры и нажмите кнопку *Расчет*.

Вы можете отказаться от проведения расчета, нажав кнопку *Отмена*.

В случае, если ни одна деталь трубопровода не выбрана, выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы



Устойчивость выбранного фрагмента трубопровода проверяется в сечениях каждой детали. Результатом проверки устойчивости является сравнение расчётного продольного усилия, действующего в трубопроводе, с допускаемым усилием. В случае превышения допускаемого усилия, выдаётся сообщение

«*Устойчивость фрагмента трубопровода не обеспечена*», в случае действия растягивающего усилия «*Продольное усилие > 0, проверка устойчивости при растяжении не требуется*».

При невозможности проверки устойчивости могут выдаваться следующие сообщения:

«Фрагмент трубопровода содержит не только прямые трубы!»

«Фрагмент трубопровода не связан или разветвлён!»

«Фрагмент трубопровода не является прямолинейным!»

## Оценка вибропрочности

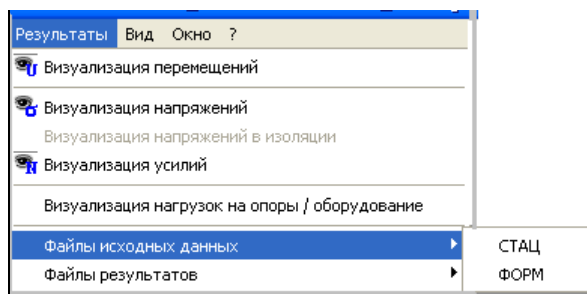
Вызов диалога *Оценка вибропрочности* дает возможность расчётно-экспериментального обоснования вибропрочности и оценки долговечности ТС. Такая оценка проводится исходя из напряжений статического фона и вибронапряжений, вычисленных путём нормировки расчётных форм колебаний по максимально измеренным величинам виброперемещений.

Диалог доступен при проведённом статическом и вибрационном расчёте (вид вибрационного расчёта *Расчет допускаемых параметров по собственным формам*, см. [Вибрационная прочность \(ВИБР\)](#)), а также при введённых в модель ТС виброизмерениях (см. *Панель ввода*, [Виброизмерение](#)) хотя бы в одном сечении/узле.

Оценка вибропрочности и долговечности проводится в сечениях/узлах с заданными виброизмерениями. Результаты расчёта (вибронапряжения, коэффициент асимметрии цикла вибронапряжений, расчётное и допускаемое число полных циклов, повреждаемость) по каждой учитываемой собственной форме представляются в виде таблицы. В конце таблицы приводится суммарная усталостная повреждаемость как сумма повреждаемостей от колебаний по формам.

В случае превышения расчётной повреждаемости над допускаемой выводится соответствующее предупреждение.

## Файлы исходных данных



## Файл исходных данных СТАЦ

В файл исходных данных выдаются:

- дата проведения и учетный номер расчета;
- название объекта и системы;
- исходные данные системы;
- исходные данные участков в порядке их ввода;
- температурные истории;

- информация о тройниках;
- список участков в порядке их ввода и в порядке возрастания номеров узлов.

Диагностические сообщения, в случае их наличия, выводятся в файл исходных данных (с расширением .inp) и, дополнительно, в специальный файл (с расширением .ser), содержащий только эти сообщения.

В конце файла выдаётся сводная информация по количеству элементов всей расчётной модели.

*Препроцессором* проводится достаточно полная проверка вводимой информации, поэтому сообщение об ошибках в данных при расчете маловероятно. Тем не менее, расчетным модулем диагностируются следующие ошибки:

- Число участков, узлов меньше или больше допустимых значений;
  - Номер начального узла участка меньше 1 или больше номера последнего внутреннего узла;
  - Не соблюдены ограничения на общее число сечений, опор скольжения (качения, направляющих), упругих опор-пружин, линзовых и сильфонных компенсаторов, арматуры, сосредоточенных сил и т.д. на участке;
  - Модули упругости, пределы прочности, диаметры, толщины не положительны на участке, утонения или жесткости опор отрицательны;
  - Значение введенного параметра больше или меньше допустимого значения;
  - Тройник задан менее чем на трех участках, примыкающих к тройниковому узлу;
  - В одном сечении задано более одной опоры;
  - Не выполнены условия: номинальная толщина стенки меньше половины наружного диаметра; утонение меньше номинальной толщины стенки; радиусгиба больше половины наружного диаметра; длина детали неположительная.
  - На участке при сварном тройнике длина первой (последней) детали меньше половины диаметра магистрали. Увеличьте расстояние. Это сообщение может появляться при учете податливости тройников для штуцерных концов.
- Диагностируется также ряд других ошибок, в том числе, связанных с заданием координат сечений, тройниковых соединений, фланцев и арматуры (перед текстом сообщения стоит *Ошибка*).

Кроме того, могут выдаваться предупреждающие сообщения (перед текстом сообщения стоит *Предупреждение*)

## **Файл исходных данных ФОРМ**

На первом листе выдается таблица “Параметры расчета”, в которой выводятся:

- число определяемых собственных частот и форм;
- метод расчета;
- предельно допустимое число итераций;
- относительная точность вычисления высшей собственной частоты;
- априорная оценка максимальной кратности частот (только для метода Ланцоша);
- признак вывода достигнутой точности при выходе из процесса вычислений;

- степень близости выводимых в сводной таблице элементов собственного вектора к максимальному элементу;
- число выводимых собственных форм колебаний;
- дата проведения и учётный номер (имя проекта) расчета;
- название объекта и системы;
- исходные данные системы;
- таблицы динамических степеней свободы и масс;
- сведения об амортизаторах.

В конце файла выводится сводная информация, количество элементов всей расчётной модели, общее число динамических степеней свободы.

Диагностические сообщения при проверке данных системы и участков.

Диагностируются следующие ошибки:

- Число участков, узлов меньше или больше допустимых значений;
- Номер начального узла участка меньше 1 или больше числа внутренних узлов, номер конечного узла меньше номера начального узла;
- Не соблюдены ограничения на общее число опор скольжения, упругих опор, сосредоточенных сил;
- Модули упругости, диаметры, толщины не положительны на участке, утонения или жесткости опор отрицательны;
- Значение введенного параметра больше или меньше допустимого значения;
- Тройник задан менее чем на трех участках, примыкающих к тройниковому узлу;

- В одном сечении задано более одной опоры;
- Не выполнены условия: номинальной толщина стенки меньше половины наружного диаметра; утонение меньше номинальной толщины стенки; радиусгиба больше половины наружного диаметра; длина детали неположительная.

Диагностируется также ряд других ошибок, в том числе, связанных с заданием координат сечений и следующих параметров расчета (перед текстом сообщения стоит *Ошибка*):

- На участке проверьте номер сечения в пункте списка *Фланцевые соединения* (номер сечения меньше нуля или превышает число сечений на участке);
- На участке проверьте значение допускаемого давления в пункте списка *Фланцевые соединения* (если оно отрицательно);
- На участке проверьте значение внутреннего диаметра прокладки фланца в пункте списка *Фланцевые соединения* (внутренний диаметр прокладки фланца меньше внутреннего диаметра трубы);
- На участке при сварном тройнике длина первой (последней) детали меньше половины диаметра магистрали. Увеличьте расстояние. Это сообщение может появляться при учете податливости тройников для штуцерных концов.
- Арматура задана на гйбе;
- На участке проверьте номер детали в списке *Арматура* (номер больше числа деталей на участке или номер отрицателен).
- На участке арматура задана одновременно с тройником (примыкает к тройниковому узлу).

Кроме того, выдаются предупреждающие сообщения (перед текстом сообщения стоит *Предупреждение*):

- На участке не задано допустимое давление в пункте списка *Фланцевые соединения* (если оно равно нулю);
- На участке задан нулевой вес арматуры в списке *Арматура*.
- На участке задано отрицательное значение веса арматуры в пункте списка *Арматура*.

Для таблицы *Динамические степени свободы* проверяется:

- задание номеров сечений на возрастание и на допустимость;
- направление действия степеней свободы и признаков расположения массы на допустимость.

Следствием проверки может явиться сообщение: *“На участке проверьте в таблице Динамические степени свободы задание следующих строк”* и ниже список строк с последовательной нумерацией. В строке таблицы содержатся: порядковый номер строки таблицы, номер сечения участка, направления действия динамических степеней свободы, признак расположения массы.

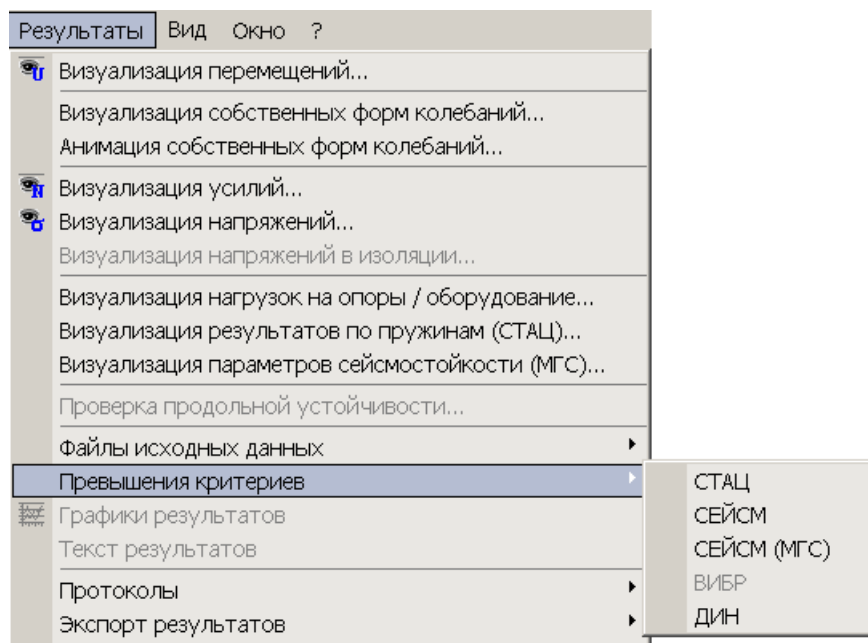
Может также появиться сообщение: *“На участке в списках номеров динамических степеней свободы или признаков расположения масс введено больше данных, чем в списке номеров сечений, проверьте задание таблицы”*.

При совпадении направления степени свободы с направлением действия опорной конструкции выдается сообщение.

Если заданное число степеней свободы участка превышает максимум, выводится сообщение: *“На участке в расчет принято количество степеней свободы, не превышающее максимум”*.

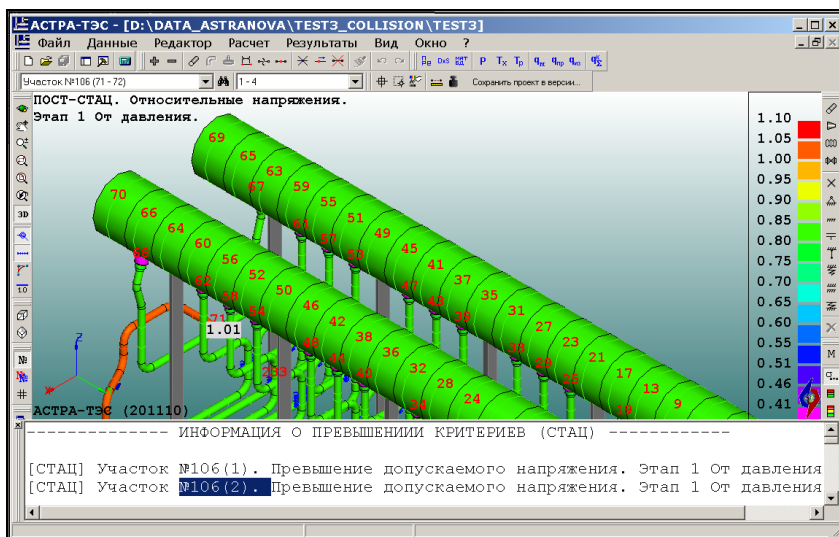
Если общее число степеней свободы схемы, превышает максимум, выдается сообщение, в котором указывается номер участка, на котором это произошло.

## Превышения критериев



После выполнения расчета (СТАЦ, СЕЙСМ, СЕЙСМ (МГС) или ДИН) в пункте *Превышения критериев* меню *Результаты* в окне *Сообщения* станет доступна информация о превышении (невыполнении) критериев прочности и деформативности рассчитываемой модели трубопроводной системы.

Информацию в окне диагностики в случае необходимости можно вставить в любой текстовый редактор при помощи буфера обмена (выделить нужный фрагмент текста, нажать на клавиатуре кнопку *Ctrl* и символ *C* для помещения в буфер и, перейдя в окно текстового редактора, вставить текст из буфера, нажав кнопку *Ctrl* и символ *V*).



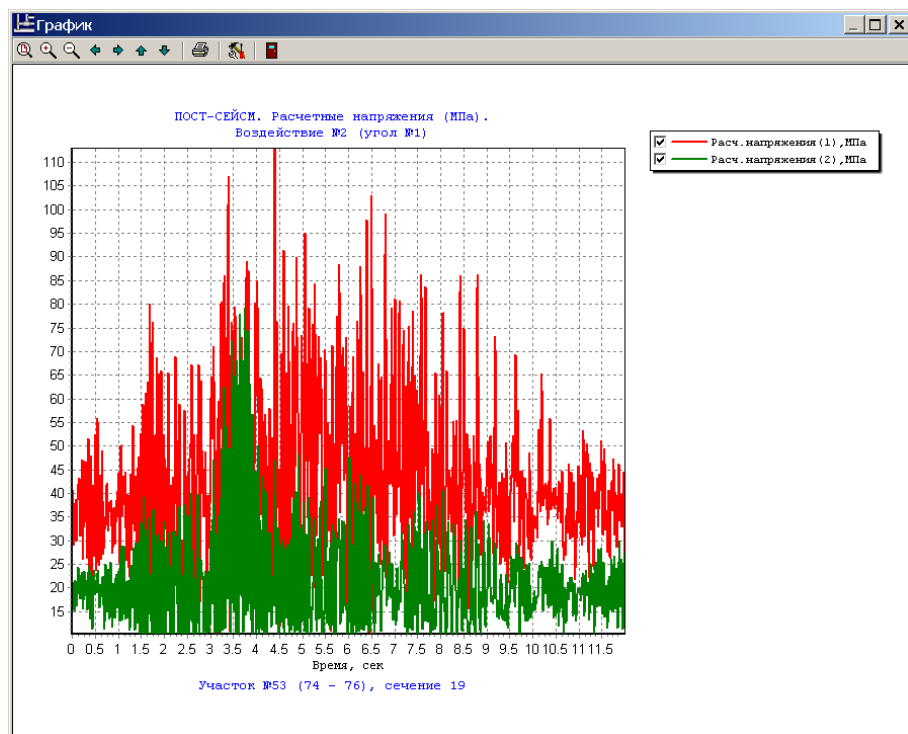
Двойное нажатие левой клавишей мыши по строчке с превышением автоматически визуализирует необходимый результат в графическом окне программы.

При отсутствии диагностических сообщений в окно диагностики выводится строка *Превышения 0 (нет)*.

## Графики результатов

При визуализации результатов сейсмического или динамического расчётов (перемещения, усилия, напряжения, нагрузки на опоры) для точки интегрирования (или собственной частоты для спектров ответа) в случае выбора сечения на модели трубопровода при помощи указателя доступны графики результатов. График результатов представляет собой отображение зависимости визуализируемого параметра от времени (для динамических воздействий и акселерограмм) или от собственной частоты (для спектров ответа).

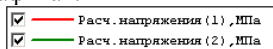
Например, на следующем рисунке приведён график зависимости расчётных напряжений от времени сейсмического воздействия. В сечениях, где есть скачок визуализируемого параметра, показываются два графика, с каждой стороны от сечения. В таких случаях график каждого визуализируемого параметра нумеруется в условных обозначениях «1» и «2». График «1» – для детали до сечения, график «2» – после сечения по ходу нумерации сечений на участке.



Пиктограммы позволяют выполнить следующие действия:

- Вид по умолчанию – возврат к виду по умолчанию
- Увеличить , Уменьшить , Влево , Вправо , Вверх ,

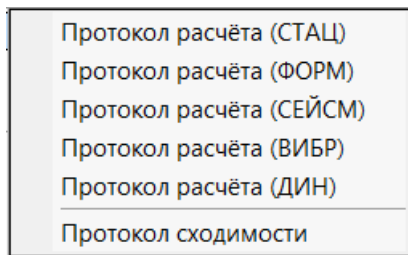
Вниз – данные кнопки предназначены для манипулирования изображением. Вы также можете использовать возможности зуммирования при помощи мыши. Движение мыши при нажатой правой клавише мыши позволяет сдвигать график влево, вправо, вверх и вниз. Настройка – данная кнопка управляет режимами показа значений и точек на графиках.



С помощью опций , расположенных справа от области графика, можно включать/выключать изображения графиков отображаемых параметров.



## Протоколы



Протоколы расчета (СТАЦ, ФОРМ, СЕЙСМ, ВИБР, ДИН) – содержат вид расчета, основные параметры расчета, названия файла проекта и путь к нему, вид воздействия для динамических расчетов, время выполнения и продолжительность этапов расчета, а также число итераций при их наличии.

В протоколе СТАЦ могут выдаваться следующие сообщения:

*«Достигнуто предельное число итераций!»* Это означает, что расчёт с учётом трения не сошёлся. Для выявления опор, в которых не достигнута сходимость с заданной точностью, необходимо воспользоваться *Протоколом сходимости*.

*«Ошибка. Рабочая нагрузка пружинной подвески/опоры превышает максимальную табличную».* В Протокол расчета при этом выводится дополнительная информация. В случае превышения нагрузки на пружину при подборе пружин с учётом испытаний, дополнительно выдаётся сообщение: *«Уточните по расчету с подбором пружин без учета нагрузки при испытании».* Пружины, в которых есть превышения, можно выявить с помощью визуализации нагрузок на опоры или сводных таблиц нагрузок на пружинные подвески и опоры. См. также [Визуализация нагрузок на опоры/оборудование](#), [Сводные таблицы \(СТАЦ\)](#)

*«Предупреждение! При заданном числе итераций по подбору пружины не подобраны».* Необходимо увеличить количество итераций при подборе пружин (см. меню Данные, закладка [Параметры](#), пункт *Количество приближений при выборе пружин*).

*Протокол сходимости* – опция вывода протокола сходимости итерационного процесса по учету трения/отрывов/зазоров в опорах (*СТАЦ*) позволяет пользователю, при необходимости, более “зряче” оптимизировать расстановку и характеристики опор. Информация выводится по каждой итерации для всех опор схемы и для каждой опоры по всем итерациям.

Структура протокола сходимости следующая: для каждого этапа расчета с трением указывается номер этапа расчета, и затем список всех итераций на этом этапе. Для каждой итерации выводятся сведения о всех опорах схемы, в которых есть трение и отрыв. После завершения итераций в протокол выводится информация по сходимости на всех этапах расчёта с трением, представляемая для каждой опоры индивидуально.

Пример вывода протокола сходимости по итерациям:

### ЭТАП 2

## Итерация №1 Этап 2

Опора 12, уч-к №106 ( 71 - 72 ), Опора без отрыва,  $\epsilon_{ps} = 0.28271$

Опора 2, уч-к №107 ( 72 - 73 ), Опора без отрыва,  $\epsilon_{ps} = 0.562915$

Опора 3, уч-к №115 ( 83 - 242 ), Опора без отрыва,  $\epsilon_{ps} = 0.408887$

Опора 7, уч-к №115 ( 83 - 242 ), Отрыв ( 1 ),  $\epsilon_{ps} = 0.974299$

Опора 3, уч-к №116 ( 83 - 243 ), Опора без отрыва,  $\epsilon_{ps} = 0.275893$

Опора 7, уч-к №116 ( 83 - 243 ), Опора без отрыва,  $\epsilon_{ps} = 0.88264$

Ниже приводится описание структуры вывода по итерациям, где **жирным** шрифтом отмечены элементы строк протокола, изменяемые параметры – *курсивом*.

Заголовок этапа расчета:

<ЭТАП> <номер этапа>

Заголовок итерации:

<Итерация №> <номер итерации> <Этап> <номер этапа>

Информация по каждой опоре содержит следующие элементы:

<Опора> <номер сечения с опорой>,

< уч-к №> <порядковый номер участка>,

<(<номера узлов начала и конца участка>)>,

<текст> – сведения о состоянии опоры на этой итерации:

- *опора без отрыва*;

- *отрыв* (накопленное в ходе итераций количество отрывов трубопровода от опоры, включая данную итерацию);

- *двусторонняя опора* – односторонняя опора, которая после ряда состояний (“отрывов” и “нет отрыва”) была лишена возможности перемещения по оси Z.

< $\epsilon_{ps}$ >=><достигнутая точность на данной итерации>. Считается, что если  $\epsilon_{ps} \leq 0.001$ , то сходимость достигнута.

После вывода информации для всех этапов с трением в протокол заносятся сведения индивидуально для каждой опоры.

Пример вывода протокола сходимости для конкретных опор после завершения итераций. Число итераций на этапе 2 в данном случае равно 42:

### ЭТАП 2

Опора 12, уч-к №106 ( 71 - 72 ) Этап 2

1) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 0.28271$

2) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 0.184595$

3) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 0.118192$

4) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 0.0544834$

5) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 0.0231884$

...

41) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 3.24751e-05$

42) Опора без отрыва  $\epsilon_{ps} = 2.82153e-05$

Постоянный отрыв

Опора 20, уч-к №132 ( 90 - 93 ) Этап 2

1) Отрыв ( 1 )  $\epsilon_{ps} = 0.898886$

2) Отрыв ( 2 )  $\epsilon_{ps} = 0$

...

41) Отрыв ( 41)  $\epsilon = 0$

42) Отрыв ( 42)  $\epsilon = 0$

Задана односторонняя опора

Опора 12, уч-к №132 ( 90 - 93 ) Этап 2

1) Отрыв ( 1)  $\epsilon = 0.95197$

2) Опора без отрыва  $\epsilon = 0$

3) Отрыв ( 1)  $\epsilon = 0.912994$

4) Опора без отрыва  $\epsilon = 0$

5) Отрыв ( 1)  $\epsilon = 0.91259$

6) Опора без отрыва  $\epsilon = 0$

7) Отрыв ( 1)  $\epsilon = 0.912605$

8) Опора без отрыва  $\epsilon = 0$

9) Отрыв ( 1)  $\epsilon = 0.912648$

10) Опора без отрыва  $\epsilon = 0$

11) Отрыв ( 1)  $\epsilon = 0.912677$

12) Двусторонняя опора  $\epsilon = 0.932479$

13) Двусторонняя опора  $\epsilon = 0.958493$

14) Двусторонняя опора  $\epsilon = 6.6524$

...

41) Двусторонняя опора  $\epsilon = 0.00183425$

42) Двусторонняя опора  $\epsilon = 4.02274e-05$

Ниже приводится описание структуры вывода для каждой опоры, где **жирным** шрифтом отмечены элементы строк протокола, изменяемые параметры – *курсивом*.

Заголовок этапа расчета:

<ЭТАП> <номер этапа>

<Опора><номер сечения с опорой>,

< уч-к №><порядковый номер участка>,

<(><номера узлов начала и конца участка>)>,</>

<Этап> <номер этапа>.

Далее приводятся данные по статусу опор и достигнутой точности на каждой итерации:

<номер итерации>,</>

<текст>, – сведения о состоянии опоры на этой итерации:

- *опора без отрыва*;

- *отрыв* (накопленное в ходе итераций количество отрывов трубопровода от опоры, включая данную итерацию);

- *двусторонняя опора* – односторонняя опора, которая после ряда состояний (“отрывов” и “нет отрыва”) была лишена возможности перемещения по оси Z.

< $\epsilon$ >=><достигнутая точность на данной итерации>. Считается, что если  $\epsilon \leq 0,001$ , то сходимость достигнута.

Например, в случае если процесс итераций не сходится (число итераций превышает 500) или сходится медленно, данная опция может быть использована для определения опор схемы, в которых сходимость не была достигнута ( $\epsilon > 0.001$ ).

В представленном ниже фрагменте протокола сходимости видно, что на этапе 4 процесс итераций сошелся, потребовалось 15 итераций. При этом для опоры

в центре отвода 16 (сечения 15-16) участка (суперэлемента) 1-4 с порядковым номером 4 на 14 итерации точность  $\text{eps}=0.0198$ , что превышает 0.001, а на 15 итерации – условие сходимости удовлетворяется ( $\text{eps}=0.00062$ ), процесс сошелся.

В том же фрагменте протокола ниже приведен ход итерационного процесса на этапе 2 для опоры в сечении 13 участка 1-2.

В случае, если процесс не сошелся за заданное число итераций, выводится список опор, в которых не достигнута сходимость. Пример вывода списка таких опор после завершения итераций:

#### ----- НЕСОШЕДШИЕСЯ ОПОРЫ ЭТАП 2 -----

Опора 8, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Опора без отрыва,  $\text{eps} = 2.5146$   
 Опора 9, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Опора без отрыва,  $\text{eps} = 2.95192$   
 Опора 10, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Опора без отрыва,  $\text{eps} = 3.42772$   
 Опора 11, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Опора без отрыва,  $\text{eps} = 3.90911$   
 Опора 12, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Опора без отрыва,  $\text{eps} = 4.36492$   
 Опора 13, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Опора без отрыва,  $\text{eps} = 4.50708$   
 Опора -14, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Двусторонняя опора,  $\text{eps} = 4.11679$   
 Опора 14, уч-к № 1 ( 1 - 3 ), Двусторонняя опора,  $\text{eps} = 50.0011$

Ниже приводится описание структуры вывода для опор, в которых не достигнута сходимость, где **жирным** шрифтом отмечены элементы строк протокола, изменяемые параметры – *курсивом*.

#### <НЕСОШЕДШИЕСЯ ОПОРЫ ЭТАП> <номер этапа>

Информация по каждой опоре содержит следующие элементы:

<Опора><номер сечения с опорой>,

< уч-к №><порядковый номер участка>,

<(><номера узлов начала и конца участка><)>,>

<eps =><достигнутая точность на последней итерации>.

**АСТРА-НЕФТЕХИМ**

Файл Редактор Вид Окно ?

Участок №1 (1 - 2) 11 - 15

### Протокол сходимости

Опора 13, уч-к № 1 ( 1 - 2 ),	Опора без отрыва, ers = 0
Опора 13, уч-к № 2 ( 1 - 3 ),	Опора без отрыва, ers = 0
Опора 1, уч-к № 5 ( 1 - 4 ),	Опора без отрыва, ers = 0
Опора -16, уч-к № 5 ( 1 - 4 ),	Опора без отрыва, ers = 0.0198291

Итерация №15 Этап 4

Опора 13, уч-к № 1 ( 1 - 2 ),	Опора без отрыва, ers = 0
Опора 13, уч-к № 2 ( 1 - 3 ),	Опора без отрыва, ers = 0
Опора 1, уч-к № 5 ( 1 - 4 ),	Опора без отрыва, ers = 0
Опора -16, уч-к № 5 ( 1 - 4 ),	Опора без отрыва, ers = 0.000625872

---

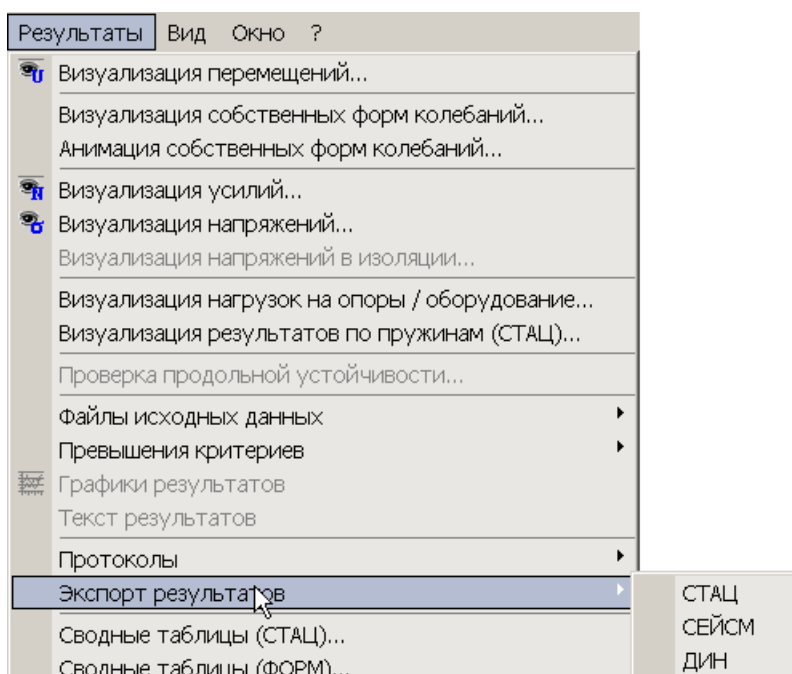
ЭТАП 2

---

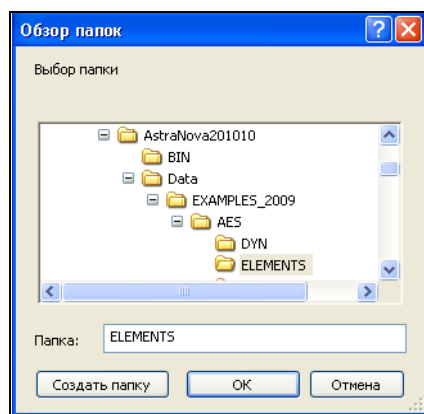
Опора 13, уч-к № 1 ( 1 - 2 ) Этап 2


- 1) Опора без отрыва ers = 0.897063
- 2) Опора без отрыва ers = 0.361031
- 3) Опора без отрыва ers = 0.0219877
- 4) Опора без отрыва ers = 0.00439428
- 5) Опора без отрыва ers = 0.0402641
- 6) Опора без отрыва ers = 0.0562342
- 7) Опора без отрыва ers = 0.0459852
- 8) Опора без отрыва ers = 0.0198193
- 9) Опора без отрыва ers = 0.00575126
- 10) Опора без отрыва ers = 0.0177327
- 11) Опора без отрыва ers = 0.0146801
- 12) Опора без отрыва ers = 0.00518552
- 13) Опора без отрыва ers = 0.00156009

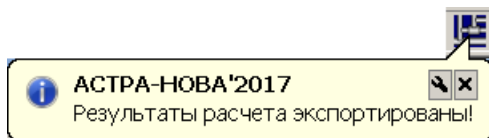
## Экспорт результатов



Пункт Экспорт результатов предназначен для сохранения результатов расчета в текстовых файлах открытого формата в папке, выбранной пользователем.



При успешном экспорте выводится всплывающее в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы




В выбранную пользователем папку экспортируются следующие результаты

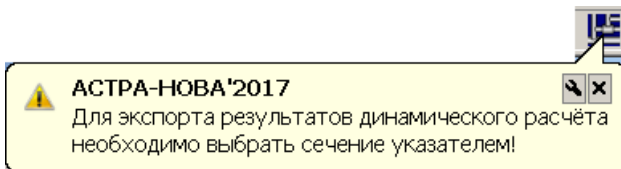
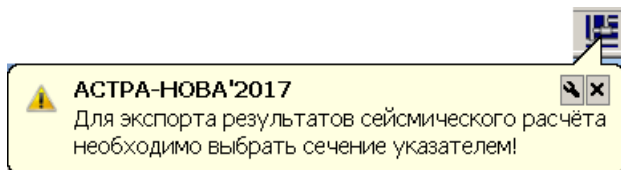
- перемещения (мм);
- усилия в локальной СК (сила, кН; момент, кНм);
- напряжения (МПа).

Результаты выводятся:

- для статического расчета для всех сечений всех деталей по этапам расчета;
- для сейсмического воздействия в виде акселерограммы землетрясения как функция по времени, а для спектра ответов – как функция собственной частоты;
- для динамического расчета как функция по времени

Экспорт результатов для сейсмического и динамического расчетов доступен только для сечения, отмеченного указателем на расчётной модели.

Если сечение не указано, выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы (в зависимости от вида расчёта)



Данная информация может быть использована в дальнейшем для построения графиков и таблиц с помощью таких программ, как MS Excel и аналогичных.

Названия и форматы файлов результатов расчетов комплекса АСТРА-НОВА приведены в [113, приложение П.7.2].

## Сводные таблицы (ДЕТАЛЬ)

Сводные таблицы (ДЕТАЛЬ) из меню *Результаты* выдаются на экран автоматически при указании соответствующей опции при расчёте по выбору основных размеров (меню *Расчет*). Сведения выводятся в системе единиц СИ.

В случае отсутствия заданного расчетного параметра в указанной базе данных или невозможности подбора по другим причинам, вся строка сводной таблицы выделяется красным цветом.

## Выбор прямых труб

В таблице выводятся подобранные расчётные и номинальные толщины стенок и некоторые исходные данные по прямым трубам.

Структура таблицы зависит от способа выбора деталей (см. меню *Расчёт*, подменю *Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ)*, закладка *Параметры*, пункт *Способ выбора*). При использовании опции *Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)* таблица *Выбор прямых труб* состоит из следующих граф: № участка, № детали (труба), Расчётное давление, Расчётная температура, Материал, Допускаемое напряжение, Расчётный диаметр, Расчётная толщина стенки, Номинальная толщина стенки. При использовании опции *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dу)* таблица *Выбор прямых труб* состоит из следующих граф: № участка, № детали (труба), Расчётное давление, Расчётная температура, Материал, Допускаемое напряжение, Условный диаметр, Номинальный наружный диаметр, Расчётная толщина стенки, Номинальная толщина стенки, Типоразмер, (исполнение), Сортамент. В графе № участка указаны порядковый номер участка (суперэлемента) и в скобках узлы начала и конца участка. В графе № детали (труба) выведены сечения начала и конца детали.

Если характеристики материала заданы пользователем, то после обозначения материала ставится звёздочка ‘\*’.

### Выбор параметров по расчётному диаметру Dн

№ участка	№ детали (труба)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Расчётный диаметр, мм	Расчётная толщина стенки, мм	Номинальная толщина стенки, мм
1(1-2)	0-2	10.00	200	Ст3сп5	130.7	108.0	3.98	4.0
1(1-2)	3-5	10.00	200	Ст3сп5	130.7	108.0	3.98	4.0
2(1-21)	0-1	10.00	200	Ст3сп5	130.7	76.0	2.80	2.8
3(21-22)	0-2	10.00	200	Ст3сп5	130.7	76.0	2.80	2.8
4(1-3)	0-1	10.00	200	Ст3сп5	130.7	108.0	3.98	4.0
4(1-3)	2-3	10.00	200	Ст3сп5	130.7	138.0	5.09	5.1
5(2-21)	0-1	10.00	200	Ст3сп5	130.7	76.0	2.80	2.8
5(2-21)	2-3	10.00	200	Ст3сп5	130.7	76.0	2.80	2.8
6(8-9)	0-3	10.00	200	15ХМ	150.7	108.0	3.47	3.5
6(8-9)	4-6	10.00	200	15ХМ	150.7	108.0	3.47	3.5
6(8-9)	8-9	10.00	200	15ХМ	150.7	108.0	3.47	3.5
7(3-10)	0-1	10.00	200	Ст3сп5	130.7	138.0	5.09	5.1



Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>

Выбор параметров по условному диаметру Ду

№ участка	№ детали (труба)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Условный диаметр, мм	Номинальный наружный диаметр, мм	Расчётная толщина стенки, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Типоразмер (исполнение)	Сортамент
1(1-2)	0-2	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
1(1-2)	3-5	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
3(21-22)	0-2	10.00	200	Ст3сп5		76.0					
4(1-3)	0-1	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
4(1-3)	2-3	10.00	200	Ст3сп5		138.0					
5(2-21)	0-1	10.00	200	Ст3сп5		76.0					
5(2-21)	2-3	10.00	200	Ст3сп5		76.0					
6(8-9)	0-3	10.00	200	15ХМ		108.0					
6(8-9)	4-6	10.00	200	15ХМ		108.0					
6(8-9)	8-9	10.00	200	15ХМ		108.0					
7(3-10)	0-1	10.00	200	Ст3сп5		138.0					
7(3-10)	1-2	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
11(6-12)	0-5	10.00	200	09Г2С		108.0					
12(3-8)	0-1	10.00	200	Ст3сп5		138.0					
12(3-8)	1-2	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
12(3-8)	2-3	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
12(3-8)	3-4	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
12(3-8)	4-6	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
12(3-8)	7-8	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
12(3-8)	8-10	10.00	200	Ст3сп5		108.0					
13(6-7)	0-2	10.00	200	09Г2С		108.0					
15(7-14)	0-1	10.00	200	09Г2С	216.0	80.0	89.0	3.00	5.0		ТУ 14-3-197-89
15(7-14)	2-6	10.00	200	09Г2С	216.0	80.0	89.0	3.00	5.0		ТУ 14-3-197-89
16(14-15)	0-4	10.00	500	09Г2С		580.0					
17(14-16)	0-3	10.00	500	09Г2С		580.0					
22(2-5)	1-2	10.00	200	Ст3сп5	196.0	50.0	57.0	3.00	4.0		ТУ 14-3-197-89
22(2-5)	2-3	10.00	200	Ст3сп5	196.0	50.0	57.0	3.00	4.0		ТУ 14-3-197-89
22(2-5)	5-6	10.00	200	Ст3сп5	196.0	50.0	57.0	3.00	4.0		ТУ 14-3-197-89
22(2-5)	6-7	10.00	200	Ст3сп5	196.0	50.0	57.0	3.00	4.0		ТУ 14-3-197-89

Сортамент детали не подобран в данной БД

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>
	Сортамент детали не подобран в данной БД	Сортамент детали не подобран в данной БД

## Выбор отводов

В таблице выводятся подобранные расчётные и номинальные толщины стенок и некоторые исходные данные по отводам.

Структура таблицы зависит от способа выбора деталей (см. меню *Расчёт*, подменю *Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ)*, закладка *Параметры*, пункт *Способ выбора*). При использовании опции *Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)* таблица *Выбор отводов* состоит из следующих граф: № участка, № детали (отвод), Расчётное давление, Расчётная температура, Материал, Допускаемое напряжение, Расчётный диаметр, Расчётная толщина стенки, Номинальная толщина стенки, Радиус, Эллиптичность. При использовании опции *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dу)* таблица *Выбор отводов* состоит из следующих граф: № участка, № детали (отвод), Расчётное давление, Расчётная температура, Материал, Допускаемое напряжение, Условный диаметр, Номинальный наружный диаметр, Расчётная толщина стенки, Номинальная толщина стенки, Радиус, Эллиптичность, Типоразмер, (исполнение), Сортамент. В графе № участка указаны порядковый номер участка (суперэлемента) и в скобках узлы начала и конца участка. В графе № детали (отвод) выведены сечения начала и конца детали.

Если характеристики материала заданы пользователем, то после обозначения материала ставится звёздочка ‘\*’.

## Выбор параметров по расчётному диаметру Dн

№ участка	№ детали (отвод)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Расчётный диаметр, мм	Расчётная толщина стенки, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Радиус, мм	Эллиптичность, %
2(1-21)	1-2	10.00	200	СтЗсп5	130.7	76.0	3.23	3.3	162	0
5(2-21)	1-2	10.00	200	СтЗсп5	130.7	76.0	3.23	3.3	162	0
6(8-9)	3-4	10.00	200	15ХМ	150.7	108.0	4.34	4.4	162	0
12(3-8)	6-7	10.00	200	СтЗсп5	130.7	108.0	4.98	5.0	162	0
15(7-14)	1-2	10.00	200	09Г2С	144.0	80.0	3.36	3.4	120	0

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>

*Выбор параметров по условному диаметру Ду*

№ участка	№ детали (отвод)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Условный диаметр, мм	Номинальный наружный диаметр, мм	Расчётная толщина стенки, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Радиус, мм	Эллиптичность, %	Типоразмер (исполнение)	Сортамент
2(1-21)	1-2	10.00	200	Cr3cn5		76.0							
5(2-21)	1-2	1.00	200	Cr3cn5	130.7	200.0	226.0	1.19	20.0	260	0		01 OCT 24.125.35-89
6(8-9)	3-4	10.00	200	15xM		108.0							
12(3-8)	6-7	10.00	200	Cr3cn5		108.0							
15(7-14)	1-2	10.00	200	09Г2С		80.0							

Сортамент детали не подобран в данной БД

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>
	Сортамент детали не подобран в данной БД	Сортамент детали не подобран в данной БД

### Выбор переходов

Выводятся подобранные расчётные и номинальные толщины стенок и некоторые исходные данные по переходам.

Структура таблицы зависит от способа выбора деталей (см. меню *Расчёт*, подменю *Выбор основных размеров (ДЕТАЛЬ)*, закладка *Параметры*, пункт *Способ выбора*). При использовании опции *Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)* таблица *Выбор переходов* состоит из следующих граф: № участка, № детали (переход), Расчётное давление, Расчётная температура, Москва, 2020

Материал, Допускаемое напряжение, Расчётный диаметр в начале и конце перехода, Расчётная толщина стенки в начале и конце перехода, Номинальная толщина стенки в начале и конце перехода. При использовании опции Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Du) таблица Выбор переходов состоит из следующих граф: № участка, № детали (переход), Расчётное давление, Расчётная температура, Материал, Допускаемое напряжение, Условный диаметр в начале и конце перехода, Номинальный наружный диаметр в начале и конце перехода, Расчётная толщина стенки в начале и конце перехода, Номинальная толщина стенки в начале и конце перехода, Типоразмер, (исполнение), Сортамент. В графе № участка указаны порядковый номер участка (суперэлемента) и в скобках узлы начала и конца участка. В графе № детали (переход) выведены сечения начала и конца детали.

Если характеристики материала заданы пользователем, то после обозначения материала ставится звёздочка “\*”.

Выбор параметров по расчётному диаметру Dн

№ участка	№ детали (переход)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Расчётный диаметр, мм		Расчётная толщина стенки, мм		Номинальная толщина стенки, мм	
						нач.	кон.	нач.	кон.	нач.	кон.
2(1-21)	0-1	10.00	200	Ст3сп5	130.7	107.0	76.0	4.26	3.02	4.3	3.1
14(4-7)	0-1	10.00	200	09Г2С*	144.0	120.0	80.0	4.32	2.88	4.4	2.9
22(2-5)	0-1	10.00	200	Ст3сп5	130.7	107.0	50.0	4.28	2.00	4.3	2.0

\* Характеристики материала детали заданы пользователем.

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне Сообщения

Выбор параметров по условному диаметру Ду

№ участка	№ детали (переход)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Условный диаметр, мм		Номинальный наружный диаметр, мм		Расчётная толщина стенки, мм		Номинальная толщина стенки, мм		Типоразмер (исполнение)	Сортамент
						нвч	кон	нвч	кон	нвч	кон	нвч	кон		
1(1-2)	4-5	5.00	2120	20		400	500								
3(5-6)	8-9	5.00	2120	20	137.0	500.0	600.0	536.0	634.0	11.60	11.60	12.0	12.0		16 OCT 34-10-424-90

В процессе расчёта вышли за пределы применимости формулы.

Сортамент детали не подобран в данной БД

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>
	Сортамент детали не подобран в данной БД	Сортамент детали не подобран в данной БД

## Выбор тройников

Выводятся подобранные расчётные и номинальные толщины стенок и некоторые исходные данные по тройникам.

Структура таблицы зависит от способа выбора деталей (см. меню *Расчёт*, подменю [Выбор основных размеров \(ДЕТАЛЬ\)](#), закладка *Параметры*, пункт *Способ выбора*). При использовании опции *Расчёт минимальной толщины стенки деталей по наружному диаметру (Dн)* таблица *Выбор тройников* состоит из следующих граф: *№ узла (тройник)*, *Расчётное давление*, *Расчётная температура*, *Материал*, *Допускаемое напряжение*, *Расчётный диаметр магистрали и штуцера*, *Расчётная толщина стенки магистрали и штуцера*, *Номинальная толщина стенки магистрали и штуцера*, *Площадь укрепляющих элементов*. При использовании опции *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Dу)* таблица *Выбор тройников* состоит из следующих граф: *№ узла (тройник)*, *Расчётное давление*, *Расчётная температура*, *Материал*, *Допускаемое напряжение*, *Условный диаметр магистрали и штуцера*, *Номинальный наружный диаметр магистрали и штуцера*, *Расчётная толщина стенки магистрали и штуцера*, *Номинальная толщина стенки магистрали и штуцера*, *Площадь укрепляющих элементов*, *Допускаемое давление*, *Типоразмер (исполнение)*, *Сортамент*. Если характеристики материала заданы пользователем, то после обозначения материала ставится звёздочка '\*'.

## Выбор параметров по расчётному диаметру Dн

№ узла (тройник)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Расчётный диаметр, мм		Расчётная толщина стенки, мм		Номинальная толщина стенки, мм		Площадь сечения укрепляющих элементов, мм2
					маг.	штуц.	маг.	штуц.	маг.	штуц.	
3	10.00	200	Ст3сп5*	130.7	138.0	138.0	5.10	5.10	5.1	5.1	668.01
7	10.00	200	09Г2С*	144.0	108.0	80.0	3.70	2.74	3.7	2.8	269.05

\* Характеристики материала детали заданы пользователем.

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>

Выбор параметров по условному диаметру Ду

№ узла (тройник)	Расчётное давление, МПа	Расчётная температура, град	Материал	Допускаемое напряжение, МПа	Условный диаметр, мм		Номинальный наружный диаметр, мм		Расчётная толщина стенки, мм		Номинальная толщина стенки, мм		Площадь сечения укреплённых элементов, мм2	Допускаемое давление, МПа	Типоразмер (исполнение)	Сортамент
3	10.00	200	СтЗсп5*	130.7	маг.	штуц.	маг.	штуц.	маг.	штуц.	маг.	штуц.				1 ОСТ 34-42-675-84
7	10.00	200	09Г2С*		100.0	100.0	108.0	108.0	4.00	4.00	4.0	4.0	408.75			

\* Характеристики материала детали заданы пользователем.

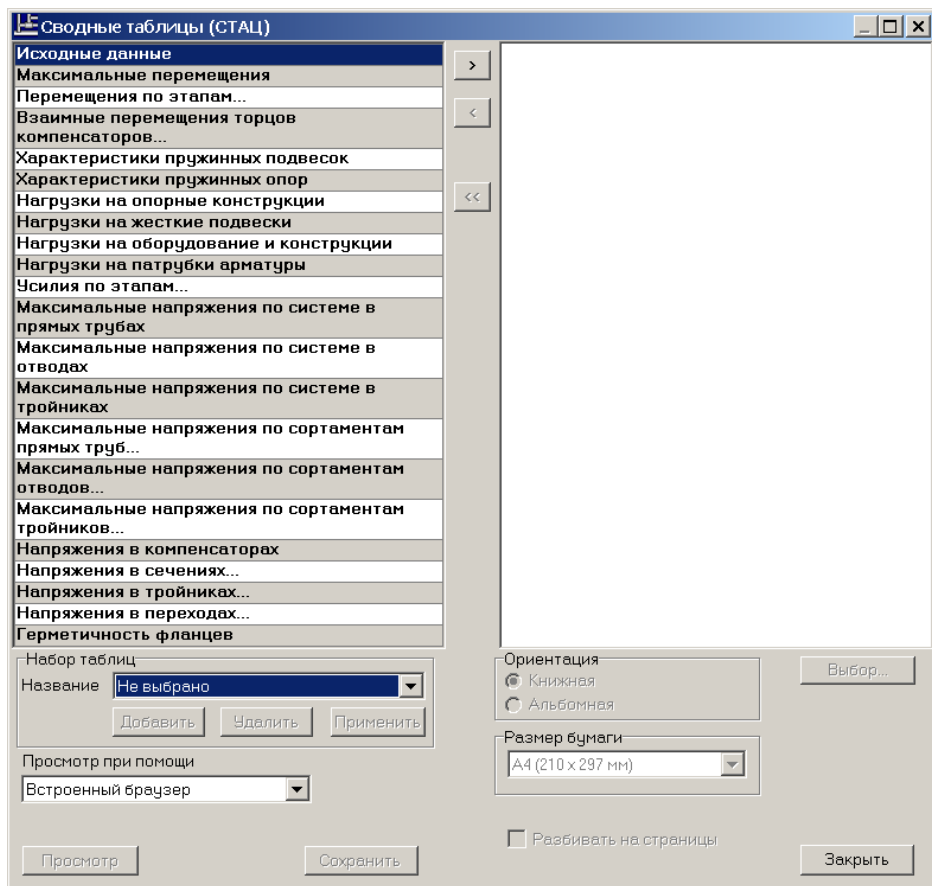
Сортамент детали не подобран в данной БД

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	* Характеристики материала детали заданы пользователем.	Характеристики материала детали заданы пользователем.
	Геометрические характеристики перехода находятся вне пределов применимости расчётных формул	Геометрические характеристики детали находятся вне пределов применимости расчётных формул. Дополнительные уточняющие предупреждения выдаются в окне <i>Сообщения</i>
	Сортамент детали не подобран в данной БД	Сортамент детали не подобран в данной БД

## Сводные таблицы (СТАЦ)

Окно для работы со сводными таблицами открывается при выборе пункта Сводные таблицы (СТАЦ) меню Результаты



Общие сведения см. Сводные таблицы. Основные сведения.

## Исходные данные

Полный вывод данных расчетной модели в таблицу осуществляется выбором пункта *Исходные данные* и нажатием кнопки **Просмотр** (возможно, с предварительным заказом просмотра при помощи текстовых редакторов). Таблица Исходные данные доступна также в меню Данные, подменю Исходные данные (таблица).

Сводная таблица *Исходные данные* содержит следующие сведения, приводящиеся в «подтаблицах»:

- *Исходные данные;*
- *Исходные данные. Узловые детали и опоры;*
- *Исходные данные сечений;*
- *Координаты осевой линии.*

Перед таблицей выводится информация о количественных данных для фрагмента/схемы (число участков, деталей и опор по типам и пр.), затем идёт информация о параметрах проведённых расчётов. Ниже приводится пример вывода:

### **Количественные данные для фрагмента/схемы**

Номер последнего внутреннего узла схемы: 2000

Участков (суперэлементов) в схеме: 20

Труб: 35

Отводов (гибов): 5

Тройников и врезок: 2

Арматур (число отрезков): 3

и т.д.

### **Общие данные расчётной схемы**

Вид расчёта: Расчет с заданными жесткостями и рабочими нагрузками  
пружин

Количество "дополнительных" режимов: 0

и т.д.

### **Характеристики расчёта собственных частот и форм колебаний (ФОРМ)**

Число определяемых форм колебаний: 30

Предельно допустимое число итераций: 1000

и т.д.

Таблица *Исходные данные* содержит исходные данные по деталям (труба, отвод, переход, компенсатор, арматура, некольцевое сечение, жёсткая вставка), фланцам и опорным конструкциям, расположенным в сечениях. Если в сечении отсутствуют фланец или опорная конструкция, оно не выводится в таблицу.

В таблице с целью удобной компоновки выводимой информации по деталям выделены следующие категории параметров:

- 1) *Коэффициенты* из списка *Общие* в закладке *Детали* на *Панели ввода*;
- 2) *Нагрузка* из списка *Общие* в закладке *Детали* на *Панели ввода*;
- 3) *Материал* и *Циклика*, *Изоляция* из списка *Общие* в закладке *Детали* на *Панели ввода*;
- 4) *Бесканальная прокладка в грунте* из списка *Общие* в закладке *Детали* на *Панели ввода*;
- 5) *Кольца жёсткости* из списка *Труба* в закладке *Детали* на *Панели ввода*;
- 6) Остальные параметры, приводящиеся в списках в закладке *Детали* на *Панели ввода*;



Если у текущей детали какой-либо параметр в одной из первых 5-и групп отличается от предыдущей детали, то группа параметров снова полностью выводится.

6-я группа параметров выводится иначе: если тип деталей совпадает и какой-либо параметр отличается от параметра предыдущей детали, то выводится только он, остальные параметры группы не выводятся.

Для арматур, компенсаторов и жёстких вставок выводится только два параметра из списка *Общие* в закладке *Детали* на *Панели ввода*:

- коэффициент линейного расширения;
- рабочая температура.

Таблица состоит из следующих столбцов: *№ участка*, *№ детали/сечения*, *Исходные данные*, *Значение*. В столбце *№ детали/сечения* делается отметка «(деталь)» или «(сечение)», в зависимости от того, что выводится. В столбце *Исходные данные* перед выводом параметров по каждой детали или сечению выводится строка с названием детали (если выводится деталь) или название детали, установленной в сечении (если выводится сечение). Такие ячейки заполняются **жирным шрифтом**. Далее построчно выводятся названия параметров деталей/сечений с указанием единиц измерения по каждому параметру.

№ участка	№ детали/ сечения	Исходные данные	Значение
1 (1-2)	1 (деталь)	<b>Труба</b>	0-2
		Наружный диаметр, мм	108
		Толщина стенки, мм	7
		Погонный вес материала, кН/м	0.171044
		Суммарный вес, кН/м	0.1881484
		Номер материала из БД	7
		Марка	Ст3сп5
		Тип материала	Неаустенитная сталь
		Коэффициент линейного расширения, 1/°C	1.25E-05
		Коэффициент Пуассона	0.3
		Модуль упругости в холодном состоянии, МПа	200000
		Модуль упругости в рабочем состоянии, МПа	190000
		Временное сопротивление, МПа	392
		Предел текучести, МПа	196
		Предел усталости при симметричном цикле, МПа	200
		Допускаемая амплитуда напряжений, МПа	200
		Минимальное значение предела текучести при испытаниях, МПа	215
		Минимальное значение предела прочности при испытаниях, МПа	420
		Коэффициент прочности поперечного сварного шва	0.9
		Коэффициент прочности продольного сварного шва	1
		Коэффициент перегрузки по материалу	1.1
		Коэффициент перегрузки по изоляции	1.2
		Коэффициент перегрузки по продукту	1
		Внутреннее давление, МПа	10
		Холодная температура, °C	20
		Рабочая температура, °C	200
		Температура испытаний, °C	0
		Давление испытаний, МПа	0
		Разность между удельными весами и сред при испытаниях, кН/м³	10
	2 (деталь)	<b>Арматура</b>	2-3
		Вес материала, кН	5
		Учет штока	Нет

2 (1-21)	3 (деталь)	<b>Труба</b>	3-5
		Наружный диаметр, мм	108
		Толщина стенки, мм	7
		Погонный вес материала, кН/м	0.171044
		Суммарный вес, кН/м	0.1881484
	4 (сечение)	<b>Пружинная опора</b>	
		Тип	ОСТ 108.764.01-80
		Жёсткость цепи, кН/м	46.81
		Рабочая нагрузка, кН	5
		Коэффициенты трения осевой, %	0.3
		Коэффициенты трения боковой, %	0.3
		Коэффициент запаса по нагрузке, %	1.3
		Изменение нагрузки, %	35
	1 (деталь)	<b>Труба</b>	0-1
		Наружный диаметр, мм	76
		Погонный вес материала, кН/м	0.1175238
	2 (деталь)	<b>Отвод</b>	1-2
		Радиус, мм	162
		Наружный диаметр, мм	76
		Толщина стенки, мм	7
		Погонный вес материала, кН/м	0.171044
		Суммарный вес, кН/м	0.1881484
	1 (сечение)	<b>Направляющая опора</b>	
		Осевой коэффициент трения	0.3
		Тип	Двусторонняя
		Локальная СК	

Таблица *Исходные данные. Узловые детали и опоры* содержит исходные данные по тройникам, жёсткостям штуцера оборудования и опорно-подвесной системе, расположенной в узлах. Если в узле отсутствуют вышеназванные данные, он не выводится в таблицу. Таблица состоит из следующих столбцов: № узла, *Исходные данные*, *Значение*. В столбце *Исходные данные* перед выводом параметров по каждому узлу выводится строка с названием детали или параметра, относящегося к узлу. Такие ячейки заполняются жирным шрифтом. Далее построчно выводятся названия параметров узлов с указанием единиц измерения по каждому параметру.

№ узла	Исходные данные	Значение
3	<b>Тройник</b>	<b>Сварной</b>
	Наружный диаметр магистрали, мм	138
	Толщина стенки магистрали, мм	10
	Наружный диаметр штуцера, мм	138
	Толщина стенки штуцера, мм	10
4	<b>Неподвижная опора</b>	
5	<b>Днище / крышка</b>	
7	<b>Тройник</b>	<b>Сварной</b>
	Наружный диаметр магистрали, мм	108
	Толщина стенки магистрали, мм	7
	Наружный диаметр штуцера, мм	80
	Толщина стенки штуцера, мм	6
9	<b>Днище / крышка</b>	
11	<b>Мёртвая опора</b>	
13	<b>Неподвижная опора</b>	
14	<b>Жёсткости штуцера оборудования</b>	
	Линейные по оси X, кН/м	.2000000Е-03
	Линейные по оси Y, кН/м	.1000000Е-03
	Линейные по оси Z, кН/м	.1000000Е-03
	Угловые по оси X, кН*м/рад	.1000000Е-03
	Угловые по оси Y, кН*м/рад	.1000000Е-03
	Угловые по оси Z, кН*м/рад	.1000000Е-03
15	<b>Днище / крышка</b>	
17	<b>Неподвижная опора</b>	
18	<b>Мёртвая опора</b>	
19	<b>Неподвижная опора</b>	
20	<b>Неподвижная опора</b>	

Таблица *Исходные данные сечений* содержит *Маркеры*, данные параметров сечений, нагрузки и воздействия из закладки *Сечение* на *Панели ввода*: монтажные натяги, сосредоточенные нагрузки, сосредоточенные массы, динамические степени свободы, вибровоздействия, динамических воздействия. Если в сечении отсутствуют вышеуказанные данные, оно не выводится в таблицу. Таблица состоит из следующих столбцов: *№ участка*, *№ сечения*, *Исходные данные*, *Значение*. В столбце *Исходные данные* выводятся построчно названия параметров сечений с указанием единиц измерения по каждому параметру. В столбце *Исходные данные* перед выводом параметров по каждому сечению выводится строка с названием параметра / нагрузки / воздействия, относящегося к сечению. Такие ячейки заполняются жирным шрифтом. Далее построчно выводятся названия параметров сечений с указанием единиц измерения по каждому параметру.

6 (8-9)	0	Маркер	Подвеска
	2	Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z
	3	Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z
	3-4 (гиб)	Маркер	Отвод 1
		Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z
	4	Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z
	5	Сосредоточенная нагрузка	
		Сосредоточенный момент вокруг оси Y, кН*м	0.2
		Сосредоточенная масса	
		Массовые моменты инерции вокруг оси Y, м <sup>4</sup>	.4077472E-02
		Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z Угловая вокруг оси X Угловая вокруг оси Y Угловая вокруг оси Z
	6	Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z
	7	Маркер	Арматура с приводом
		Сосредоточенная нагрузка	
		Сосредоточенный момент вокруг оси Y, кН*м	0.25
		Сосредоточенная масса	
		Массовые моменты инерции вокруг оси Y, м <sup>4</sup>	.6371050E-02
		Массовые моменты инерции вокруг оси Z, м <sup>4</sup>	.6371050E-02
		Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z Угловая вокруг оси X Угловая вокруг оси Y Угловая вокруг оси Z
	8	Динамические степени свободы	Линейная вдоль оси X Линейная вдоль оси Y Линейная вдоль оси Z
	9	Маркер	Днище 1

Таблица *Координаты осевой линии* содержит координаты сечений и смещений в системе координат относительно начала участка. Таблица состоит из следующих столбцов: *№ участка*, *№ сечения*, *Координаты (ГСК относительно начала участка) по X, Y, Z*, *Радиус*, *Смещение*. В столбце *Координаты...* выводятся координаты сечений и смещений. При выводе координат сечения серединыгиба, в строке *№ сечения* указываются номера начала и концагиба, и делается отметка «(гиб)». В таких сечениях столбец *Радиус* заполняется значением радиусагиба.

В столбце *Смещение* указывается расстояние от начала детали до текущего сечения (смещения).

№ участка	№ сечения	Координаты (ГСК отн-но начала участка), мм			Радиус, мм	Смещение, мм
		X	Y	Z		
1 (1-2)	0	0.00	0.00	0.00		0.00
	1	100.00	0.00	0.00		100.00
	2	250.00	0.00	0.00		0.00
	3	500.00	0.00	0.00		0.00
	4	750.00	0.00	0.00		250.00
	5	1000.00	0.00	0.00		0.00
2 (1-21)	0	0.00	0.00	0.00		0.00
	1	0.00	-838.00	0.00		0.00
	1-2 (гиб)	47.45	-952.55	0.00	162.00	0.00
	2	162.00	-1000.00	0.00		0.00
3 (21-22)	0	0.00	0.00	0.00		0.00
	1	122.29	-99.06	0.00		157.38
	2	200.00	-162.00	0.00		0.00
4 (1-3)	0	0.00	0.00	0.00		0.00
	1	-300.00	0.00	0.00		0.00
	2	-733.00	0.00	0.00		0.00
	3	-933.00	0.00	0.00		0.00
5 (2-21)	0	0.00	0.00	0.00		0.00
	1	0.00	-838.00	0.00		0.00
	1-2 (гиб)	47.45	-952.55	0.00	162.00	0.00
	2	-162.00	-1000.00	0.00		0.00
	3	-838.00	-1000.00	0.00		0.00

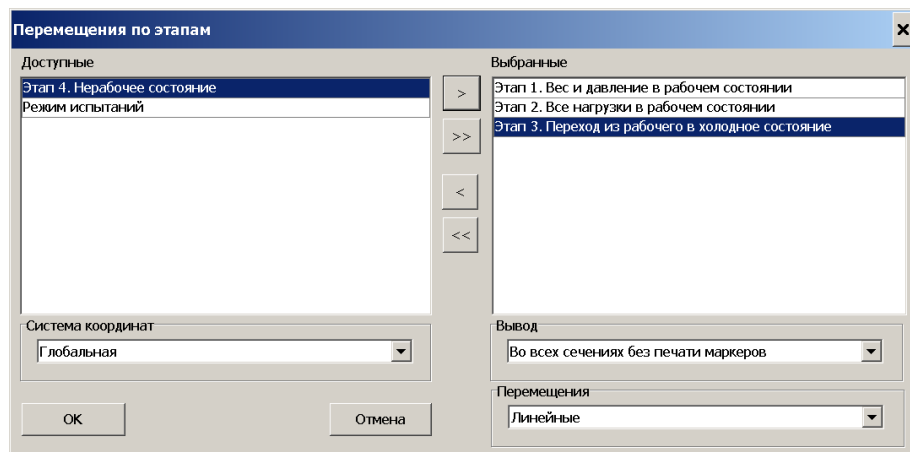
## Максимальные перемещения

В таблице для каждого этапа расчета приведены максимальные перемещения в соответствии с заказанными пользователем единицами измерения. Таблица состоит из следующих столбцов: *Этап*, *№ участка*, *№ сечения*, *Маркер*, *Линейные и угловые перемещения по X, Y, Z и вокруг X, Y, Z*, *Примечание*. В столбце *Линейные и угловые перемещения* выводятся расчетные перемещения вдоль и вокруг координатных осей. В столбце *Маркер* выводится маркер сечения, см. закладка [Сечение](#) на Панели ввода. **Жирным шрифтом** выделено максимальное значение по оси, перемещения по другим осям выводятся как справочные данные.

Этап	№ участка	№ сечения	Маркер	Линейные (мм) и угловые (рад) перемещения						Примечание
				По X	По Y	По Z	Вокруг X	Вокруг Y	Вокруг Z	
Этап 1. Вес и давление в рабочем состоянии	4-(8-9)	9	Днище 1	13.1	-7.5	-3.7	0.0055	0.0087	-0.0001	-
	4-(8-9)	9	Днище 1	13.1	-7.5	-3.7	0.0055	0.0087	-0.0001	-
	20-(2-5)	7	Днище 2	0.0	0.4	9.3	-0.0018	-0.0149	-0.0001	-
	10-(3-8)	6-7(гиб)	Отвод 2	0.2	0.8	2.4	<b>0.0055</b>	0.0053	-0.0001	-
	20-(2-5)	4	Арматура с приводом	0.0	0.5	-0.0	-0.0018	<b>-0.0149</b>	-0.0001	-
	12-(4-7)	0	-	0.0	0.0	0.0	-0.0011	-0.0004	<b>0.0007</b>	-
Этап 2. Все нагрузки в рабочем состоянии	4-(8-9)	9	Днище 1	19.3	-2.3	-1.0	0.0043	0.0098	-0.0002	-
	10-(3-8)	7	-	2.7	<b>4.2</b>	2.4	0.0043	0.0068	-0.0002	-
	14-(14-15)	4	днище	-0.0	-0.0	<b>23.2</b>	0.0000	-0.0000	0.0000	-
	10-(3-8)	6-7(гиб)	Отвод 2	2.5	4.1	3.0	<b>0.0043</b>	0.0063	-0.0002	-
	20-(2-5)	4	Арматура с приводом	4.9	0.1	-0.0	-0.0022	<b>-0.0139</b>	-0.0004	-
	12-(4-7)	0	-	-0.0	0.0	0.0	-0.0011	-0.0018	<b>0.0005</b>	-

## Перемещения по этапам...

При выводе таблицы необходимо в появившемся окне указать этапы расчёта, для которых будут выведены перемещения и настройки вывода



- *Доступные* – список этапов расчёта, для которых могут быть выведены перемещения. Для выбора нужных этапов расчёта следует переместить их названия из этого списка в список *Выбранные*. Сделать это можно теми же способами, что описаны в разделе [Сводные таблицы. Основные сведения](#) для работы с диалоговым окном выбора сводных таблиц.

- *Выбранные* – список этапов расчёта, выбранные пользователем для формирования таблицы.

- *Система координат* – система координат, в которой будут выводиться перемещения (глобальная или локальная);

- *Вывод* – способ вывода:

- *Во всех сечениях без печати маркеров* – во всех сечениях;

- *Во всех сечениях с печатью маркеров* – во всех сечениях, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;

- *В маркированных сечениях* – только в сечениях, в которых есть маркер, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;

- *В маркированных сечениях и отводах* – только в сечениях, в которых есть маркер, а также в сечениях, соответствующих серединам гибов. Дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*

- *Перемещения* – перемещения, которые будут выведены в таблицу: *линейные*, *угловые* или *линейные и угловые*. В случае, если выбраны только линейные или только угловые перемещения, то для каждого сечения будет выводиться одна строка, если выбраны линейные и угловые – выводятся две строки на сечение, в первой линейные перемещения, во второй угловые.

Порядок следования этапов расчета в таблице соответствует расположению в списке, составленном пользователем при выборе этапов.



Таблица состоит из следующих граф: № участка, № сечения, Маркер, Расчётные перемещения. Название последней графы зависит от выбора в списках Система координат и Перемещения, описанных выше.

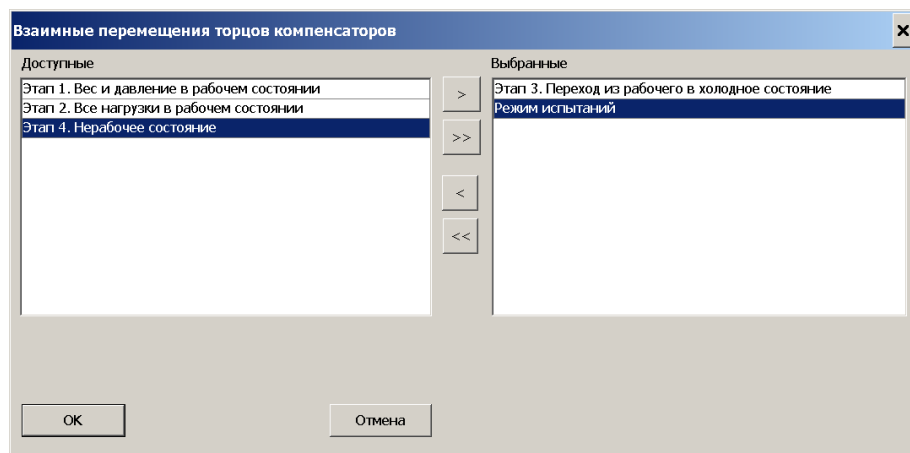
Если на каком-либо этапе расчета возникла коллизия (недопустимо малый зазор, касание или пересечение труб), то в таблице желтым цветом выделяются номер участка, номер сечения и перемещения на соответствующем этапе, выдается диагностическое сообщение.

№ участка	№ сечения	Расчетные линейные (мм) и угловые (рад) перемещения в глобальной системе координат (ГСК)				Примечание
		Этап 1. Вес и давление в рабочем состоянии				
		По X Вокруг X	По Y Вокруг Y	По Z Вокруг Z	Общее	
160 (106-251)	10	-4.7 -0.0004	-1.1 0.0006	-0.2 0.0002	4.8 0.0007	
	10-11 (гиб)	-4.7 -0.0004	-1.1 0.0006	-0.4 0.0002	4.8 0.0008	
	11	-4.5 -0.0004	-1.0 0.0006	-0.4 0.0001	4.6 0.0008	
	12	-3.8 -0.0004	-0.5 0.0007	-0.4 0.0001	3.8 0.0008	
	12-13 (гиб)	-3.6 -0.0004	-0.4 0.0007	-0.5 0.0001	3.7 0.0008	
	13	-3.5 -0.0003	-0.4 0.0007	-0.7 0.0000	3.6 0.0008	
	14	-3.6 -0.0002	-0.3 0.0006	-2.0 0.0000	4.1 0.0007	
	14-15 (гиб)	-3.5 -0.0001	-0.3 0.0006	-2.1 0.0000	4.1 0.0006	
	15	-3.3 -0.0001	-0.3 0.0007	-2.2 0.0000	4.0 0.0007	
	16	-2.2 -0.0001	-0.1 0.0007	-2.2 0.0001	3.1 0.0007	
	17	-1.4 -0.0001	0.0 0.0007	-2.2 0.0001	2.6 0.0007	
	18	-0.6 -0.0002	0.2 0.0007	-2.2 0.0001	2.3 0.0007	
	18-19 (гиб)	-0.4 -0.0002	0.2 0.0007	-2.1 0.0001	2.2 0.0008	
	19	-0.3 -0.0002	0.2 0.0007	-1.9 0.0001	2.0 0.0008	
	20	-0.2 -0.0003	0.1 0.0007	-1.0 0.0001	1.1 0.0007	
	Возможные коллизии в деформированной схеме					

Сообщение	Условие появления
Возможные коллизии в деформированной схеме	При наличии коллизий: недопустимо малый зазор, касание или пересечение труб

## Взаимные перемещения торцов компенсаторов

Для каждого компенсатора выводятся взаимные перемещения торцов компенсаторов в локальной системе координат по этапам расчета. При выводе таблицы необходимо в появившемся окне указать этапы расчёта, для которых будут выведены перемещения торцов компенсаторов



- *Доступные* – список этапов расчёта, для которых могут быть выведены взаимные перемещения торцов компенсаторов. Для выбора нужных этапов расчёта следует переместить их названия из этого списка в список *Выбранные*. Сделать это можно теми же способами, что описаны в разделе [Сводные таблицы. Основные сведения](#) для работы с диалоговым окном выбора сводных таблиц.

- *Выбранные* – список этапов расчёта, для которых будут выведены взаимные перемещения торцов компенсаторов, выбранные пользователем для формирования таблицы.

Проверка перемещений на допустимость производится в зависимости от типа компенсатора (осевой, сдвиговой, угловой или общего вида) при задании допускаемых перемещений, см. *Панель ввода*, закладка *Детали*, пункт [Компенсатор](#).

Проверка перемещений проводится сравнением по направлениям с заданным значением допускаемого перемещения. В случае превышения, цветом выделяется ячейка его номера и ячейка таблицы с недопустимым расчётным и допускаемым перемещением. В качестве расчётных сдвиговых и угловых перемещений выдаётся сумма векторов сдвиговых и угловых перемещений в ЛСК компенсатора.

Таблица состоит из следующих граф: № участка, № детали (компенсатор), Маркер, Этап расчета (порядок этапов расчёта для каждого компенсатора

соответствует расположению в списке, составленном пользователем при выборе этапов), *Осевые*, *Сдвиговые* и *Угловые расчётные и допускаемые перемещения*.

№ участка	№ детали (компенсатор)	Маркер	Этап расчёта	Взаимные перемещения торцов						Примечание
				Осевые (мм)		Сдвиговые		Угловые (рад)		
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	
4 (1-3)	1-2	Компенсатор	Этап 1. Вес и давление в рабочем состоянии	0.4	3.0	0.7		0.0006		
	1-2	Компенсатор	Этап 2. Все нагрузки в рабочем состоянии	3.5	3.0	1.1		0.0006		
	1-2	Компенсатор	Этап 3. Переход из рабочего в холодное состояние	3.5	3.0	0.7		0.0001		
	1-2	Компенсатор	Этап 4. Нерабочее состояние	0.0	3.0	0.7		0.0006		
	1-2	Компенсатор	Режим испытаний	0.4	3.0	0.7		0.0006		
Взаимные перемещения торцов компенсаторов превышают допускаемые										

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Взаимные перемещения торцов компенсатора превышают допускаемые	В случае если расчётные взаимные перемещения торцов компенсатора превышают допускаемые

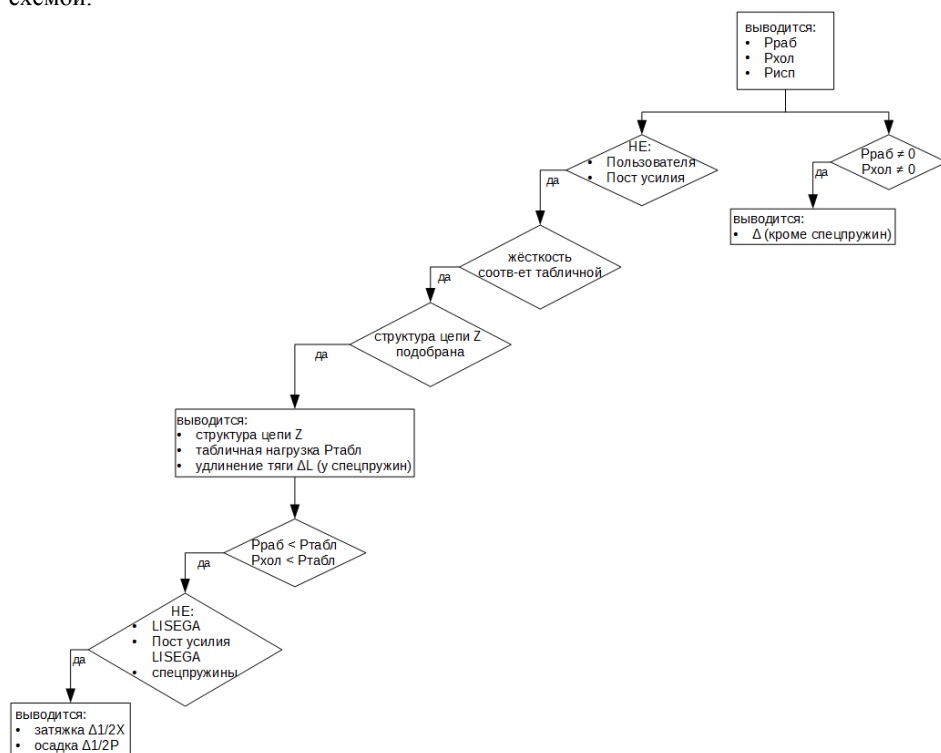
## Характеристики пружинных подвесок

Выводятся характеристики пружинных подвесок и нагрузки на них. Таблица состоит в общем случае из двух «подтаблиц»:

- *Характеристики пружинных подвесок;*
- *Характеристики специальных пружинных подвесок.*

Таблица *Характеристики пружинных подвесок* предназначена для вывода информации по пружинным подвескам, соответствующим нормативам ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01, МВН 049–63, фирмы LISEGA, а также пружинам пользователя и постоянного усилия. Таблица состоит из следующих граф: № участка, № сечения, Маркер, Сортамент, Количество цепей, Структура цепи Z, Нагрузка (табличная, рабочая, холодная, испытаний), Изменение нагрузки, Затяжка  $\Delta l/2L$ , Осадка  $\Delta l/2P$ .

В таблицах *Характеристики пружинных подвесок* и *Характеристики специальных пружинных подвесок* ячейки заполняются в соответствии с блок-схемой:



Участок/узел	Номер сечения	Маркер	Сортамент	Кол-во цепей	Структура цепи, Z	Ртабл. кг	Рраб. кг	Рхол. кг	Риспыт. кг	$\Delta$ , %	Затяжка, мм $\Delta 1/2X$	Осадка, мм $\Delta 1/2P$	Примечание
2 (1-2)	гиб (с.о. 1-2)		Пост. усл. LISEGA	2	12 86	20387.360	8154.944	8154.944	8154.944	0.0			
	2		LISEGA	2	21 54 18 25 54 18 29 54 18 20 52 14	2038.736	1562.691	28402.484	40587.285	1917.5			
	3	Байпас	Пружины полз.	2			5096.840	-1900.421	-4662.191	137.3			
	4		Пост. усилия	2			4077.472	4077.472	4077.472	0.0			
4 (8-9)	3		ОСТ 108.764.01-80	1			509.684	2578.466	2808.330	405.9			
8 (3-10)	1		Пружины полз.	2			6116.208	6022.836	6459.758	1.5			
10 (10-12)	1	Балла-стержень	LISEGA	2	21 64 18 25 64 18 29 64 18 20 62 14	4077.472	2989.806	2225.976	1426.497	25.5			
12 (6-12)	3		Пост. усл. LISEGA	2	13 96	23109.073	15290.520	15290.520	15290.520	0.0			
13 (3-8)	1	Пр. полз.	Пост. усилия	2			3261.978	3261.978	3261.978	0.0			
	3	Амортизатор	МВН 049-63	2			2038.736	3513.344	4839.055	72.3			
	5		ОСТ 24.125.109-01	2			3058.104	21262.384	23285.082	595.3			
23 (2-5)	2	Пружин опора	МВН 049-63	2	4 = 0°16 + 2°06	1154.944	59.123	-452.451	-437.000	865.3	0°-14 2°-27	0°2 2°4	
	3		ОСТ 24.125.109-01	2		1189.602	5096.840	3751.502	3641.967	26.4			
	5		ОСТ 108.764.01-80	2		815.494	6116.208	4003.981	3728.232	34.5			

Примечание:  $\Delta = 100(\text{Рраб} - \text{Рхол}) / \text{Рраб}$

Примечание: нагрузки Ртабл - на одну тягу (цепь), Рраб/Рхол - на пружину

- Нагрузка больше табличной
- Нагрузка отрицательная
- $\Delta$  превышает заданное изменение нагрузки при переходе из рабочего состояния в холодное
- Предупреждение! Нагрузка при испытаниях больше табличной
- Жесткость не соответствует табличной
- У пружины Lisega нагрузка в холодном состоянии больше табличной
- Предупреждение! Используются слишком длинные пружины Lisega

Таблица *Характеристики специальных пружинных подвесок* предназначена для вывода информации по пружинным подвескам ВНИПИЭТ. Таблица состоит из следующих граф: № участка, № сечения, Маркер, Номер пружины, Количество цепей, Структура цепи, Z, Нагрузка (табличная в рабочем состоянии, табличная в холодном состоянии, рабочая, холодная, испытаний), Изменение нагрузки, Затяжка  $\Delta 1/2L$ , Осадка  $\Delta 1/2P$ , Удлинение тяги  $\Delta L$ .

Таблица 2. Характеристики специальных пружинных подвесок.  
Результаты расчета по РД 10-249-98(АСТРА-СТАЦ-201511-р3)

Участок/узел	Номер сечения	Маркер	Номер пружины	Кол-во цепей	Структура цепи, Z	Ртабл. кг	Ртабл. хол. кг	Рраб. кН	Рхол. кН	$\Delta$ , %	Затяжка, мм $\Delta 1/2X$	Осадка, мм $\Delta 1/2P$	Удлинение тяги, мм $\Delta L$	Примечание
10(3-8)	2	Жесткий элемент		2				-14.537	10.000	168.8				
20(2-5)	1		III	2	6	16.670	23.540	1.883	15.000	696.8	6°-0	6°29	58.9	

Примечание:  $\Delta = 100(\text{Рраб} - \text{Рхол}) / \text{Рраб}$

Примечание: нагрузки Ртабл - на одну тягу (цепь), Рраб/Рхол - на пружину

- Нагрузка отрицательная
- $\Delta$  превышает заданное изменение нагрузки при переходе из рабочего состояния в холодное
- Жесткость не соответствует табличной

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
-	Примечание: $\Delta = 100(P_{\text{раб}} - P_{\text{хол}}) / P_{\text{раб}}$	Всегда
-	Примечание: нагрузки $P_{\text{табл}}$ - на одну тягу (цепь), $P_{\text{раб}}/P_{\text{хол}}$ - на пружину	Всегда
	Нагрузка больше табличной	Рабочая или холодная нагрузка больше табличной. Не выводится для пружины пользователя, пружины постоянного усилия, пружины постоянного усилия Lisega и в случае, когда пружина не определена из-за несоответствия заданной и табличной жесткости.
	Нагрузка отрицательная	Нагрузка отрицательная (нагрузка на опору действует в положительном направлении оси Z ГСК)
	$\Delta$ превышает заданное изменение нагрузки при переходе из рабочего состояния в холодное	Различие между рабочей и холодной нагрузкой превышает заданное изменение при переходе из рабочего состояния в холодное. Не выводится для пружины постоянного усилия, пружины постоянного усилия Lisega
	Предупреждение! Нагрузка при испытаниях больше табличной	Нагрузка при испытаниях больше максимальной табличной нагрузки. Не выводится для пружины пользователя, пружины постоянного усилия, пружины постоянного усилия Lisega и в случае, когда пружина не определена из-за несоответствия заданной и табличной жесткости.
	Жесткость не соответствует табличной	Пружина с данными параметрами не найдена в БД. Выводится для всех пружин, кроме пружин пользователя и пружин постоянного усилия
	Предупреждение! Используются слишком длинные пружины	Lisega имеет диапазон перемещений 4 или 5. Выводится только для пружин Lisega.

Для некоторых сортовментов пружин и в случае превышений, в таблицу выводятся не все данные:

- Если рабочая нагрузка или холодная нагрузка равна нулю, не заполняется ячейка *Изменение нагрузки*.
- Для пружин пользователя и подвесок постоянного усилия не заполняются ячейки *Нагрузка (табличная)*, *Структура цепи Z*, *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* .

- Если жёсткость пружины из сортамента не соответствует табличной, не заполняются ячейки *Нагрузка (табличная)*, *Структура цепи Z*, *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* , *Удлинение тяги (для спецпружины)*.

- Если рабочая или холодная нагрузка на тягу превышает табличную, не заполняются ячейки *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* .

- Для пружин Lisega и пружин постоянного усилия Lisega не заполняются ячейки *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* .

Закраска ячейки *Номер сечения* зависит от диагностики (закрасок цветом других ячеек для данной опоры). В случае совпадения нескольких диагностик для одной опоры, ячейка красится в цвет более приоритетной диагностики. Ниже приводится список диагностик в порядке убывания приоритета:

- Жёсткость не соответствует табличной;
- Рабочая нагрузка или холодная нагрузка превышает табличную;
- Нагрузка при испытаниях превышает табличную;
- Нагрузка рабочая, холодная, при испытаниях отрицательна;
- Изменение нагрузки превышает заданное;
- Слишком длинные пружины Lisega.

## Характеристики пружинных опор

Выводятся характеристики пружинных опор и нагрузки на них. Таблица *Характеристики пружинных опор* предназначена для вывода информации по нормативам ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01, пружинам пользователя. Таблица состоит из следующих граф: № участка, № сечения, Маркер, Сортамент, Количество цепей, Структура цепи Z, Нагрузка (табличная, рабочая, холодная, испытаний), Изменение нагрузки, Затяжка  $\Delta 1/2L$ , Осадка  $\Delta 1/2P$ .

Участок/узел	Номер сечения	Маркер	Сортамент	Кол-во цепей	Структура цепи, Z	Ртабл, кН	Рраб, кН	Рхол, кН	Риспыт, кН	$\Delta, \%$	Затяжка, мм $\Delta 1/2X$	Осадка, мм $\Delta 1/2P$
1 (1-2)	4		ОСТ 108.764.01-80	1	6 = 0*07 + 3*19	19.66	5.00	5.02	5.06	0.5	0*18 3*36	0*18 3*36
5 (2-21)	2	Байпас	ОСТ 108.764.01-80	1	6 = 0*05 + 3*17	11.67	2.00	2.00	2.01	0.2	0*12 3*24	0*12 3*24

Примечание:  $\Delta = 100(\text{Рраб} - \text{Рхол}) / \text{Рраб}$

Примечание: нагрузки Ртабл - на одну тягу (цепь), Рраб/Рхол/Рисп - на пружину

Выводятся диагностические сообщения, описание см. выше, таблица *Характеристики пружинных подвесок*.

Формирование (заполнение и закрашка ячеек) таблицы *Характеристики пружинных опор* осуществляется по тем же принципам, что и *Характеристики пружинных подвесок*.

## Нагрузки на опорные конструкции

Выводятся нагрузки на опорные конструкции в рабочем и холодном состояниях, а также при испытаниях. Рабочие нагрузки поступают со 2 этапа расчета (от всех нагрузок), холодные нагрузки в зависимости от вида расчета. Для высокотемпературного расчета нагрузки для рабочего состояния представлены при полной температуре нагрева. Если опора задана в ЛСК, нагрузка выводится в ЛСК.

Проверка нагрузок на опоры проводится по направлениям, сравнением с заданным значением допускаемой нагрузки. В случае превышения цветом выделяется ячейка с номером сечения/узла, в котором установлена опора и ячейка таблицы с недопустимой нагрузкой.

Таблица состоит из следующих граф: № участка/узла, № сечения, Маркер, Тип опоры, Нагрузки в рабочем и холодном состояниях, при испытаниях, Допускаемые нагрузки.

Вывод нагрузок зависит от наличия линейных и угловых жесткостей в опоре. Если хотя бы одна линейная жёсткость опоры не равна 0, выводятся все значения нагрузок (усилий). Если какая-либо угловая жёсткость не равна нулю, для неё выводится значение нагрузки (момента) по данному направлению, в противном случае, в ячейку таблицы вместо значения нагрузки по данному направлению выводится прочерк «—».



№ участка/ узла	№ сечения	Маркер	Тип опоры	Силы Моменты	Нагрузки								
					Рабочее состояние			Холодное состояние			Допуск.		
					Rx/ Mx	Ry/ My	Rz/ Mz	Rx/ Mx	Ry/ My	Rz/ Mz	Rx/ Mx	Ry/ My	Rz/ Mz
2 (1-21)	1		направл.	кН	-0.04	-2.09	0.62	0.37	-4.33	-1.30			
3 (21-22)	1		направл.	кН	-1.74	3.11	0.93	0.30	4.47	-1.15			
22 (2-5)	4	Арматура	скольж.	кН	0.36	0.15	-1.28	0.07	0.00	-1.25			
10 (10-30)	3		скольж.	кН	11.05	-8.04	-45.54	-0.80	0.01	-19.14			
	7		скольж.	кН	0.00	0.00	0.00	0.07	1.08	-7.55			
4			неподв.	кН	-969.99	0.16	0.06	1.12	0.16	-0.23	930.00	930.00	
11		Неподв	мёртвая	кН	1870.00	5942.70	-15.04	4.75	5939.51	-0.13			
13		Мертвая	неподв.	кН	-901.53	-941.57	4.81	-5.88	-941.02	0.52			
17			мёртвая	кН кН*м	0.83 0.20	-7.59 -0.15	-1.02 -28.98	0.53 -0.59	0.27 0.51	-1.50 0.75			
18		Опора 4	мёртвая	кН	0.00	-0.20	-1.33	0.00	-0.20	-1.33			
19		Опора 1	неподв.	кН	0.20	0.00	-1.33	0.20	0.00	-1.33			
20			мёртвая	кН кН*м	-1.63 61.45	-22.58 -38.63	48.97 -13.51	-0.83 1.60	0.81 0.33	-0.97 3.00			

Расчётная нагрузка превышает допускаемую

Отрыв трубопровода

Вертикальная нагрузка направлена вверх

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётная нагрузка превышает допускаемую	Расчётная нагрузка на опору превышает допускаемую
	Отрыв трубопровода	Перемещение трубопровода в положительном направлении оси Z в односторонних опорах (скольжения, направляющей, общего вида)
	Вертикальная нагрузка направлена вверх	Вертикальная нагрузка направлена в положительном направлении оси Z ГСК. Диагностика выдаётся в неподвижных опорах, двусторонних опорах (скольжения, направляющей, общего вида)

Нагрузки на жесткие подвески

Выводятся нагрузки на жёсткие подвески для тех же этапов, что и для опор, см. описание таблицы *Нагрузки на опорные конструкции*.

Проверка нагрузок на опоры проводится только по направлению оси Z ГСК с заданным значением допускаемой нагрузки. В случае превышения цветом выделяется ячейка с номером сечения/узла, в котором установлена подвеска и ячейка таблицы с недопустимой нагрузкой.

Таблица состоит из следующих граф: № участка/узла, № сечения, Маркер, Нагрузки в рабочем и холодном состояниях, при испытаниях, Допускаемые нагрузки по Z.

№ участка/ узла	№ сечения	Маркер	Нагрузки на жесткие подвески, кН										Примечание
			Рабочее состояние			Холодное			Испытания			Допуск.	
			Px	Py	Pz	Px	Py	Pz	Px	Py	Pz	Pz	
6 (8-9)	1		0.02	0.03	-7.05	0.01	0.00	-7.41	0.00	0.00	-7.62	6.00	
9	1	Балка-стержень	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-9.09	0.00	0.00	-9.32		
		Расчётная нагрузка превышает допускаемую											
		Трубопровод в месте крепления жёсткой подвески перемещается вверх											

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётная нагрузка превышает допускаемую	Расчётная нагрузка на опору превышает допускаемую
	Трубопровод в месте крепления жёсткой подвески перемещается вверх	Перемещение трубопровода в положительном направлении оси Z. Подвеска не воспринимает нагрузку.

Нагрузки на оборудование и конструкции

Выводятся нагрузки на мёртвые опоры, расположенные в узлах, в случае, если в узел приходит только один участок для тех же этапов, что и для опор, см. описание таблицы *Нагрузки на опорные конструкции*.

Проверка нагрузок на опоры проводится по направлениям сравнением с заданным значением допускаемой нагрузки. В случае превышения цветом выделяется ячейка с номером сечения/узла, в котором установлена опора и ячейка таблицы с недопустимой нагрузкой.

Таблица состоит из следующих граф: *№ узла, Маркер, Силы/моменты, Нагрузки в рабочем и холодном состояниях, при испытаниях, Допускаемые нагрузки.*

№ узла	Маркер	Силы Моменты	Нагрузки									Примечание
			Рабочее состояние			Холодное состояние			Допуск.			
			Px/ Mx	Py/ My	Pz/ Mz	Px/ Mx	Py/ My	Pz/ Mz	Px/ Mx	Py/ My	Pz/ Mz	
11	Неподв опора	кН кН*М	1870.03 -5001.44	5942.77 970.35	-15.04 -1719.01	4.75 -4998.61	5939.51 3.48	-0.13 -1721.13		3000.00		
18	Опора 4	кН кН*М	0.00 -0.00	-0.20 0.00	-1.33 0.00	0.00 -0.00	-0.20 0.00	-1.33 0.00				
	Расчётная нагрузка превышает допускаемую											

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётная нагрузка превышает допускаемую	Расчётная нагрузка на оборудование/конструкцию превышает допускаемую

Нагрузки на патрубки арматуры

В таблице выводятся нагрузки (силы и моменты) на патрубки арматуры в локальной системе координат при переходе из рабочего состояния в холодное и при испытаниях.

Проверка нагрузок на патрубки проводится по сумме векторов сил (моментов) сравнением с заданным значением допускаемой силы (момента). В случае превышения цветом выделяется ячейка с номером детали, ячейка с допускаемой нагрузкой и соответствующие ей три ячейки с расчётной нагрузкой.

Таблица состоит из следующих граф: № Участка, № детали (арматура), Маркер, Нагрузки на патрубки арматуры, Допускаемые нагрузки. Для каждой арматуры данные выводятся в двух строках, соответствующих начальному и конечному сечению арматуры.

№ участка	№ детали (арматура)	Маркер	Нагрузки (в ЛСК)								Примечание
			Этап 3. Переход из рабочего в холодное состояние						Допуск.		
			Силы, кН			Моменты, кН*м			Сила, кН	Момент, кН*м	
			Qx'	Qy'	Nz'	Mx'	My'	Mz'	P	M	
1 (1-2)	2-3	Арматура	-1.66	0.17	-0.85	-0.23	-0.76	-0.12	0.80	1.00	
			-1.66	0.17	-0.85	-0.19	-0.35	-0.12			
6 (8-9)	6-8		0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00			
			0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00			
22 (2-5)	3-5		-0.15	0.04	-0.30	-0.00	-0.02	-0.00			
			0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00			

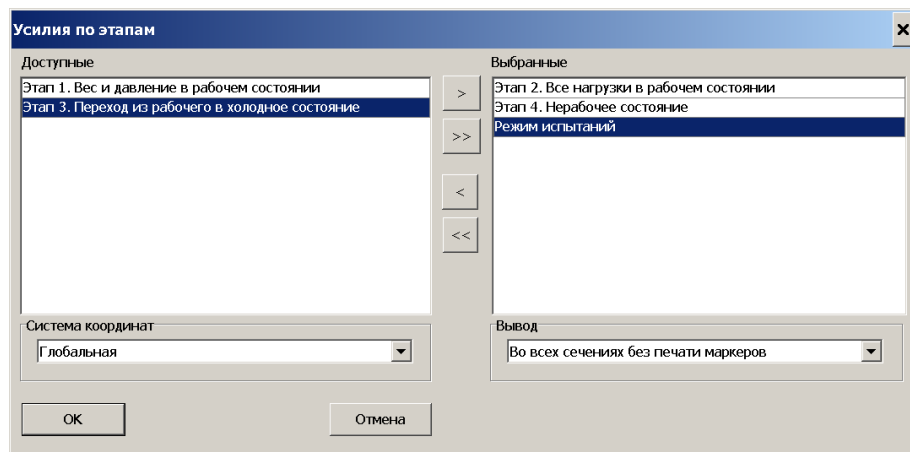
Расчётная нагрузка превышает допускаемую

Выводится диагностическое сообщение:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётная нагрузка превышает допускаемую	Если сумма векторов сил (моментов) на патрубков по направлениям координатных осей превышает заданное допускаемое значение силы (момента).

## Усилия по этапам...

При выводе таблицы необходимо в появившемся окне указать этапы расчёта, для которых будут выведены усилия и настройки вывода



- *Доступные* – список этапов расчёта, для которых могут быть выведены усилия. Для выбора нужных этапов расчёта следует переместить их названия из этого списка в список *Выбранные*. Сделать это можно теми же способами, что описаны в разделе [Сводные таблицы. Основные сведения](#) для работы с диалоговым окном выбора сводных таблиц.

- *Выбранные* – список этапов расчёта, выбранные пользователем для формирования таблицы.

- *Система координат* – система координат, в которой будут выводиться усилия (глобальная или локальная);

- *Вывод* – способ вывода:

- *Во всех сечениях без печати маркеров* – во всех деталях;

- *Во всех сечениях с печатью маркеров* – во всех деталях, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;

- *В маркированных сечениях* – только в деталях, в которых промаркировано хотя бы одно сечение, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;

- *В маркированных сечениях и отводах* – только в деталях, в которых промаркировано хотя бы одно сечение, а также в сечениях, соответствующих серединам гибов. Дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*.

Порядок следования этапов расчета в таблице соответствует расположению в списке, составленном пользователем при выборе этапов.

Таблица состоит из следующих граф: *№ участка*, *№ элемента*, *Маркер*, *Усилия*. Название последней графы зависит от выбора в списке *Система координат*, описанном выше.

Участок	№ детали	Усилия в глобальной системе координат					
		Этап 1. Вес и давление в рабочем состоянии					
		Силы, кН			Моменты, кН*м		
		Px	Py	Pz	Mx	My	Mz
1 (1-2)	0-1	0.01	-0.08	-1.95	-0.1	-1.2	-0.1
		0.01	-0.08	-1.93	-0.1	-1.4	-0.1
	1-2	0.01	-0.08	-1.93	-0.1	-1.4	-0.1
		0.01	-0.08	-1.91	-0.1	-1.7	-0.0
	2-3	0.01	-0.08	-1.91	-0.1	-1.7	-0.0
		0.01	-0.08	3.59	-0.1	-1.5	-0.0
	3-4	0.01	-0.08	3.59	-0.1	-1.5	-0.0
		0.01	-0.08	3.64	-0.1	-0.6	-0.0
	4-5	0.01	-0.08	-1.36	-0.1	-0.6	-0.0
		0.01	-0.08	-1.31	-0.1	-0.9	0.0
2 (1-21)	0-1	0.13	-0.19	1.23	-0.4	0.0	0.0
		0.13	-0.19	1.34	0.7	0.0	-0.1
	1-гиб	-0.23	-0.19	-3.02	0.7	0.0	-0.1
		-0.23	-0.19	-2.99	0.4	-0.1	-0.0
	гиб-2	-0.23	-0.19	-2.99	0.4	-0.1	-0.0
		-0.23	-0.19	-2.97	0.2	-0.4	0.0

### Максимальные напряжения по системе (в прямых трубах, отводах, тройниках)

Для каждого этапа/группы расчета выводятся максимальные напряжения в соответствии с заказом пользователя: напряжения в прямых трубах, отводах и тройниках.

Таблица состоит из следующих граф: *№ участка* (для тройников *Номер узла*), *№ сечения* (для прямых труб) *№ элемента* (для отводов), *Сортамент* соответственно *трубы, отвода, тройника, Маркер, Напряжения (расчётные и допускаемые) по группам/этапам расчёта*. Для тройников дополнительно выводится графа *Тип*.

**Жирным шрифтом** отмечено максимальное значение по группе/этапу, результаты по остальным группам/этапам в этом сечении приведены для справки. В случае превышения расчетного напряжения над допускаемым фон ячеек *№ участка* (для тройников *Номер узла*), расчетного и допускаемого значения окрашиваются красным цветом, а в примечании появляется соответствующее диагностическое сообщение. Кроме того, для расчёта по *АСТРА-ТЭС* номер узла неравнопроходного тройника окрашивается в желтый цвет и дополнительно выводится информационное сообщение о “справочном”, необязательном характере напряжений.

Участок	Сечение	D x S, мм	Маркер	Напряжения, МПа							
				Группа 1. Приведённые напряжения от давления		Группа 2. Приведённые напряжения от веса и давления		Группа 3. Размах приведённых напряжений		Группа 4. Амплитуда приведённых напряжений	
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.
16 (14-15)	0	580 x 10	Врезка	285.0	104.7	285.0	136.1	275.1	314.0	137.5	200.0
11 (6-12)	5	108 x 7		72.1	144.0	72.1	187.2	505.1	432.0	347.3	200.0

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующей группе

Расчётное напряжение превышает допускаемое

Участок	Элемент	R D x S, мм	Маркер	Напряжения, МПа							
				Группа 1. Приведённые напряжения от давления		Группа 2. Приведённые напряжения от веса и давления		Группа 3. Размах приведённых напряжений		Группа 4. Амплитуда приведённых напряжений	
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.
6 (8-9)	3-4	162 108 x 7		72.1	150.7	72.1	195.9	82.3	443.7	41.2	200.0
12 (3-8)	6-7	162 108 x 7		72.1	130.7	73.6	169.9	89.4	392.0	44.6	200.0

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующей группе

Узел	d x s D x S, мм	Тип	Маркер	Напряжения, МПа							
				Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 1. Эффективные напряжения от веса и давления		Этап 3. Размах напряжений (справ.)		Этап 3. Амплитуда напряжений	
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.
7	80 x 6 108 x 7	сварной		72.1	120.0	84.8	132.0	693.2	360.0	926.7	200.0
3	138 x 10 138 x 10	сварной	Тройник	64.0	121.0	92.0	133.1	217.2	363.0	108.6	200.0

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующей группе

Расчётное напряжение превышает допускаемое

Напряжения в неравнопроходных тройниках вычислены по формулам ПНАЭ Г-7-002-86 (значения приведены для справки)

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
-	Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующему направлению	Всегда
	Расчётное напряжение превышает допускаемое	Расчётное напряжение в сечении детали превышает допускаемое
	Напряжения в неравнопроходных тройниках вычислены по формулам ПНАЭ Г-7-002-86 (значения приведены для справки)	В Астра-ТЭС в случае вывода напряжений в неравнопроходных тройниках

Максимальные напряжения по сортаментам (прямых труб, отводов, тройников)...

Для каждого этапа/группы расчета выводятся максимальные напряжения в соответствии с заказом пользователя: напряжения в прямых трубах, отводах и тройниках в выбранных сортаментах.

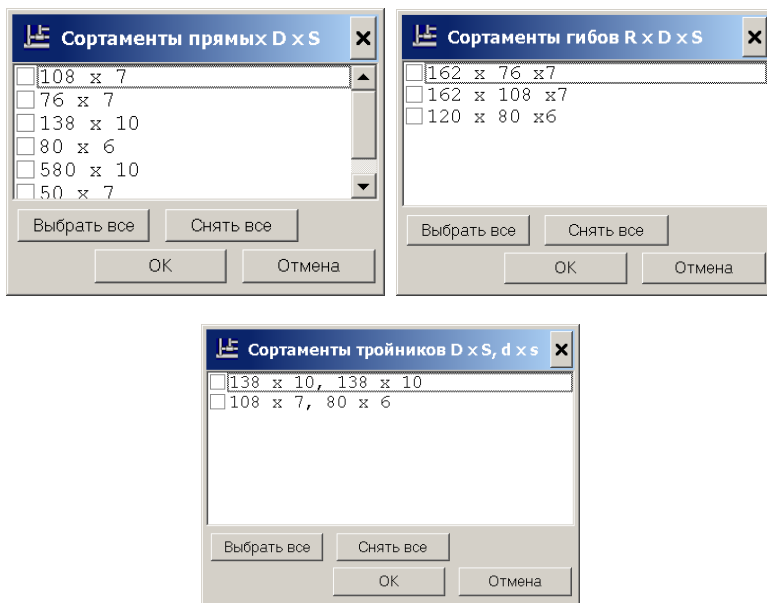


Таблица состоит из следующих граф: № участка (для тройников *Номер узла*), № сечения (для прямых труб) № элемента (для отводов), *Сортамент* соответственно *трубы, отвода, тройника, Маркер, Напряжения (расчётные и допускаемые) по группам/этапам расчёта*. Для тройников дополнительно выводится графа *Тип*. Расположение столбцов аналогично таблицам *Максимальные напряжения по системе (в прямых трубах, отводах, тройниках)*, за тем исключением, что графа сортамент в рассматриваемых таблицах стоит по левому краю.

**Жирным шрифтом** отмечено максимальное значение по группе/этапу, результаты по остальным группам/этапам в этом сечении приведены для справки. В случае превышения расчетного напряжения над допускаемым фон ячеек № участка (для тройников *Номер узла*), расчетного и допускаемого значения окрашиваются красным цветом, а в примечании появляется соответствующее диагностическое сообщение. Кроме того, для расчёта по *АСТРА-ТЭС* тройника окрашивается в желтый цвет и дополнительно выводится информационное сообщение о “справочном”, необязательном характере напряжений.

D x S, мм	Участок	Сечение	Маркер	Напряжения, МПа							
				Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 1. Эффективные напряжения от веса и давления		Этап 3. Размах напряжений (справ.)		Этап 3. Амплитуда напряжений	
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.
108 x 7	1 (1-2)	0		72.1	121.0	69.1	133.1	72.8	363.0	36.4	200.0
108 x 7	7 (3-10)	2		72.1	121.0	120.2	133.1	105.2	363.0	52.6	200.0
108 x 7	11 (6-12)	5		72.1	120.0	63.5	132.0	706.0	360.0	353.0	200.0
138 x 10	12 (3-8)	0	Тройник	64.0	121.0	55.7	133.1	55.9	363.0	28.0	200.0
138 x 10	7 (3-10)	1		64.0	121.0	58.7	133.1	60.9	363.0	30.4	200.0
50 x 7	22 (2-5)	1		30.7	121.0	90.2	133.1	31.8	363.0	15.9	200.0
580 x 10	16 (14-15)	0	Врезка	285.0	33.0	246.8	36.3	246.8	99.0	123.4	200.0
580 x 10	17 (14-16)	3		285.0	33.0	246.8	36.3	246.8	99.0	123.4	200.0
76 x 7	2 (1-21)	0		49.3	121.0	46.9	133.1	64.8	363.0	32.4	200.0
76 x 7	5 (2-21)	3		49.3	121.0	68.2	133.1	50.5	363.0	25.3	200.0
80 x 6	15 (7-14)	0		61.7	120.0	53.4	132.0	53.4	360.0	26.7	200.0

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующей группе

Расчётное напряжение превышает допускаемое

R D x S, мм	Участок	Элемент	Маркер	Напряжения, МПа							
				Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 1. Эффективные напряжения от веса и давления		Этап 3. Размах напряжений (справ.)		Этап 3. Амплитуда напряжений	
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.
120 80 x 6	15 (7-14)	1-2		61.7	120.0	53.4	132.0	123.3	360.0	61.7	200.0
162 108 x 7	6 (8-9)	3-4	Отвод 1	72.1	130.0	64.6	143.0	144.3	390.0	72.1	200.0
162 108 x 7	12 (3-8)	6-7	Отвод 2	72.1	121.0	63.8	133.1	154.2	363.0	77.1	200.0
162 76 x 7	2 (1-21)	1-2		49.3	121.0	46.8	133.1	120.9	363.0	60.5	200.0

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующей группе

d x s D x S, мм	Узел	Тип	Маркер	Напряжения, МПа							
				Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 1. Эффективные напряжения от веса и давления		Этап 3. Размах напряжений (справ.)		Этап 3. Амплитуда напряжений	
				Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.
138 x 10 138 x 10	3	сварной	Тройник	64.0	121.0	92.0	133.1	217.2	363.0	108.6	200.0
80 x 6 108 x 7	7	сварной		72.1	120.0	84.8	132.0	693.2	360.0	926.7	200.0

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующей группе

Расчётное напряжение превышает допускаемое

Напряжения в неравнопроходных тройниках вычислены по формулам ПНАЭ Г-7-002-86 (значения приведены для справки)

Выводимые диагностические сообщения, идентичны таковым в таблицах *Максимальные напряжения по системе (в прямых трубах, отводах, тройниках).*

Напряжения в компенсаторах

В таблице выводятся расчетные и допускаемые напряжения по группам (этапам) расчета в соответствии с [3, 5] только для тех компенсаторов, в которых пользователем заказан расчёт напряжений при вводе данных (см. Панель ввода, закладка Детали, пункт [Компенсатор](#)).

Таблица состоит из следующих граф: № участка, № детали (компенсатор), Тип компенсатора, D<sub>а</sub> (наружный диаметр линзы/гофра), D (внутренний диаметр линзы/гофра), s (толщина стенки линзы/гофра), t (ширина гофра), n (количество гофров), Напряжения (расчётные и допускаемые).

В ячейке Тип компенсатора выводятся тип компенсатора и уточнение типа, указанное при расчёте напряжений: сильф. ос., линз. ос., сильф. угл. пов., линз. угл. пов., сильф. сдв. без пром. вст., линз. сдв. без пром. вст., сильф. сдв. с пром. вст., линз. сдв. с пром. вст. Расшифровка сокращений: сильф. – сифонный, линз. – линзовый, ос. – осевой, угл. пов. – угловой поворотный, сдв. без пром. вст. –



сдвиговой без промежуточной вставки, сдв. с пром. вст. – сдвиговой с промежуточной вставкой.

№ участка	№ детали (компенсатор)	Тип	D <sub>нар.</sub> диам., мм	D <sub>внут.</sub> диам., мм	s тол. стенки, мм	t шир. гофра, мм	n кол-во гофров	Напряжения, МПа						Примечание
								Окружные/осевые мембранные напряжения		Осевые максимальные мембранные/изгибные напряжения		Расчетная амплитуда условных упругих напряжений		
								Расч	Допуск	Расч.	Допуск.	Расч	Допуск.	
								Расч	Допуск	Расч.	Допуск.	Расч	Допуск.	
4 (1-3)	1-2	силф. ос.	330	252	11	30	3	41.7	30.0	51.6	332.8	0.0		

Выводится диагностическое сообщение:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётное напряжение превышает допустимое	Расчётное напряжение в компенсаторе превышает допустимое

Напряжения в сечениях...

В таблице выводятся расчетные и допускаемые напряжения по группам (этапам) расчета для сечений всех деталей, кроме тройников. При выводе таблицы необходимо в появившемся окне указать этапы расчёта, для которых будут выведены напряжения и настройки вывода

Напряжения

Доступные

Группа 3. Размах приведённых напряжений  
Группа 4. Амплитуда приведённых напряжений  
Испытания. Группа 1. Приведённые напряжения от давления  
Испытания. Группа 2. Приведённые напряжения от веса и давления

Выбранные

Группа 1. Приведённые напряжения от давления  
Группа 2. Приведённые напряжения от веса и давления

Вывод

Во всех сечениях без печати маркеров

OK

Отмена

- *Доступные* – список этапов/групп расчёта, для которых могут быть выведены напряжения. Для выбора нужных этапов/групп расчёта следует переместить их названия их из этого списка в список *Выбранные*. Сделать это можно теми же способами, что описаны в разделе [Сводные таблицы. Основные сведения](#) для работы с диалоговым окном выбора сводных таблиц.
- *Выбранные* – список этапов/групп расчёта, выбранные пользователем для формирования таблицы.
- *Вывод* – способ вывода:
  - *Во всех сечениях без печати маркеров* – во всех сечениях;

- Во всех сечениях с печатью маркеров – во всех сечениях, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;
- В маркированных сечениях – только в сечениях, в которых есть маркер, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;
- В маркированных сечениях и отводах – только в сечениях, в которых есть маркер, а также в сечениях, соответствующих серединам гибов. Дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*.

Группы (этапы) напряжений и их названия зависят от используемой отраслевой ветви и нормативного документа. Порядок следования групп (этапов) расчета в таблице соответствует перечислению при их заказе пользователем.

Таблица состоит из следующих граф: № участка, № сечения, Маркер, Напряжения (расчётные и допускаемые).

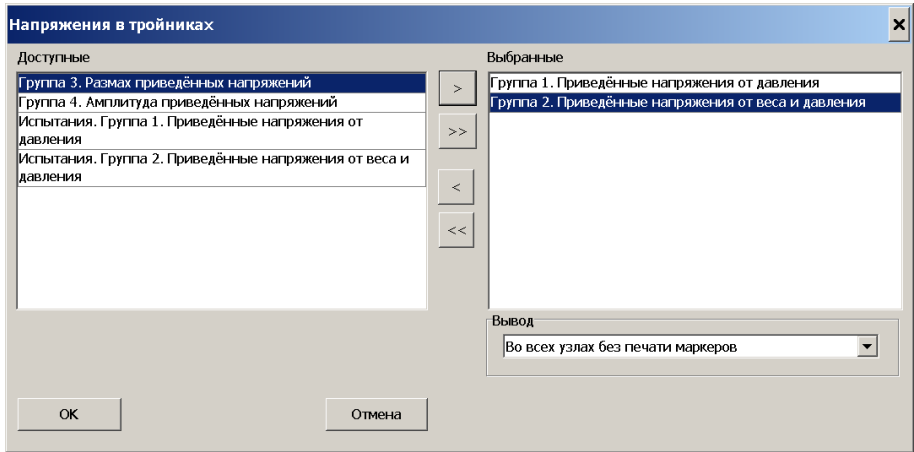
В случае, если в примыкающих к сечению деталях напряжения различны (скачок), то в ячейке показываются значения с обеих деталей.

№ участка	№ сечения	Напряжения, МПа				Примечание
		Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 1. Эффективные напряжения от веса и давления		
		Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	
16 (14-15)	0	285.0	33.0	246.8	36.3	
	1	285.0	33.0	246.8	36.3	
	1-2(гиб)	285.0	33.0	246.8	36.3	
	2	285.0	33.0	246.8	36.3	
	3	285.0	33.0	246.8	36.3	
	3-4(гиб)	285.0	33.0	246.8	36.3	
	4	285.0	33.0	246.8	36.3	
17 (14-16)	0	285.0	33.0	246.8	36.3	
	1	285.0	33.0	246.8	36.3	
	2	285.0	33.0	246.8	36.3	
	3	285.0	33.0	246.8	36.3	
22 (2-5)	0	71.4	121.0	65.8	133.1	
	1	30.7	121.0	90.2	133.1	
	2	30.7	121.0	61.0	133.1	
	3	30.7	121.0	35.4	133.1	
	5	30.7	121.0	26.6	133.1	
	6	30.7	121.0	26.6	133.1	
	7	30.7	121.0	26.6	133.1	
Расчётное напряжение превышает допускаемое						

Выводимые диагностические сообщения, идентичны таковым в таблицах *Максимальные напряжения по системе (в прямых трубах, отводах)*.

Напряжения в тройниках...

В таблице выводятся расчетные и допускаемые напряжения по группам (этапам) расчета для тройниковых сечений. При выводе таблицы необходимо в появившемся окне указать этапы расчёта, для которых будут выведены напряжения и настройки вывода



• *Доступные* – список этапов/групп расчёта, для которых могут быть выведены напряжения. Для выбора нужных этапов/групп расчёта следует переместить их названия из этого списка в список *Выбранные*. Сделать это можно теми же способами, что описаны в разделе [Сводные таблицы. Основные сведения](#) для работы с диалоговым окном выбора сводных таблиц.

• *Выбранные* – список этапов/групп расчёта, выбранные пользователем для формирования таблицы.

- *Вывод* – способ вывода:
  - *Во всех узлах без печати маркеров* – во всех сечениях;
  - *Во всех узлах с печатью маркеров* – во всех сечениях, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;
  - *В маркированных узлах* – только в сечениях, в которых есть маркер, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*.

Группы (этапы) напряжений и их названия зависят от используемой отраслевой ветви и нормативного документа. Порядок следования групп (этапов) расчета в таблице соответствует перечислению при их заказе пользователем.

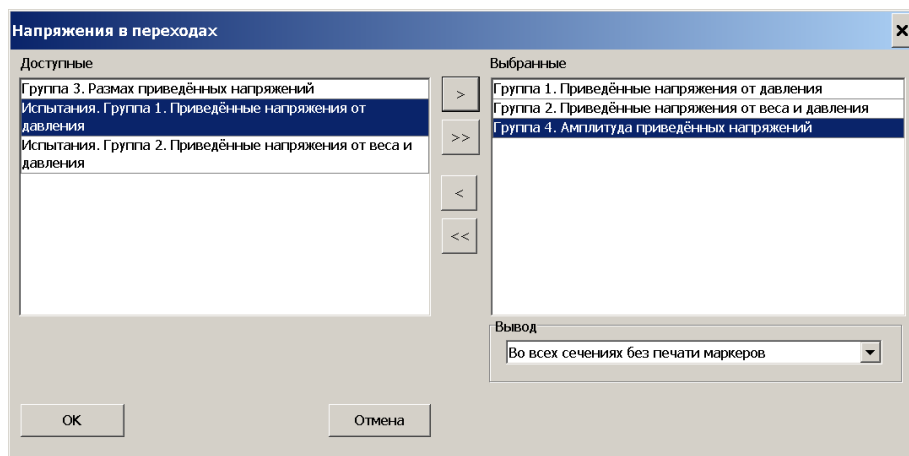
Таблица состоит из следующих граф: № узла, Сортамент, Тип, Маркер, Напряжения (расчётные и допускаемые).

№ узла	d x s D x S (мм)	Тип	Напряжения, МПа						Примечание
			Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 1. Эффективные напряжения от веса и давления		Этап 3. Амплитуда напряжений		
			Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	
3	138 x 10 138 x 10	сварной	64.0	121.0	92.0	133.1	108.6	200.0	
7	80 x 6 108 x 7	сварной	72.1	120.0	84.8	132.0	926.7	200.0	
Расчётное напряжение превышает допускаемое									
Напряжения в неравнопроходных тройниках вычислены по формулам ПНАЭ Г-7-002-86 (значения приведены для справки)									

Выводимые диагностические сообщения, идентичны таковым в таблицах *Максимальные напряжения по системе в тройниках*.

## Напряжения в переходах...

В таблице выводятся расчетные и допускаемые напряжения по группам (этапам) расчета для переходов. При выводе таблицы необходимо в появившемся окне указать этапы расчёта, для которых будут выведены напряжения и настройки вывода



- *Доступные* – список этапов/групп расчёта, для которых могут быть выведены напряжения. Для выбора нужных этапов/групп расчёта следует переместить их названия из этого списка в список *Выбранные*. Сделать это можно теми же способами, что описаны в разделе [Сводные таблицы. Основные сведения](#) для работы с диалоговым окном выбора сводных таблиц.

- *Выбранные* – список этапов/групп расчёта, выбранные пользователем для формирования таблицы.

- *Вывод* – способ вывода:

- *Во всех сечениях без печати маркеров* – во всех сечениях;
- *Во всех сечениях с печатью маркеров* – во всех сечениях, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*;

- *В маркированных сечениях* – только в деталях, в которых промаркировано хотя бы одно сечение, дополнительно выводятся маркеры сечений в столбце *Маркер*.

Группы (этапы) напряжений и их названия зависят от используемой отраслевой ветви и нормативного документа. Порядок следования групп (этапов) расчета в таблице соответствует перечислению при их заказе пользователем.

Таблица состоит из следующих граф: № участка, № детали (переход), Сортамент, Маркер, Напряжения (расчётные и допускаемые).

Напряжения выводятся для начала и конца перехода.

№ участка	№ детали (переход)	Dнач x Sнач Dкон x Sкон, мм	Напряжения, МПа				Примечание
			Этап 1. Приведённые напряжения от давления		Этап 3. Амплитуда напряжений		
			Расч.	Допуск.	Расч.	Допуск.	
22 (2-5)	0-1	107 x 7 50 x 7	357.1 153.6	121.0	154.7 67.1	200.0	
	Расчётное напряжение превышает допускаемое						

Выводимые диагностические сообщения, идентичны таковым в таблице *Напряжения в сечениях*.

Герметичность фланцев

Выводятся расчетные и допускаемые (условные) давления во фланцевых соединениях по всем этапам расчета. Таблица состоит из следующих граф: *№ участка, № сечения, Маркер, Расчётные давления во фланцевых соединениях по этапам расчёта, Допускаемые давления.*

№ участка	№ сечения	Маркер	Давления, МПа					Примечание
			Этап 1. Вес и давление в рабочем состоянии	Этап 2. Все нагрузки в рабочем состоянии	Этап 3. Переход из рабочего в холодное состояние	Этап 4. Нерабочее состояние	Допуск.	
12 (3-8)	9	Фланец 2	10.1	10.1	10.0	0.1	9.0	
22 (2-5)	6	Фланец 1	10.1	10.1	10.0	0.1	15.7	
	Расчётное давление превышает допускаемое							

Выводятся следующие диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётное давление превышает допускаемое	Расчётное давление во фланце превышает допускаемое

Прочность и плотность фланцев

Выводятся результаты расчёта прочности и плотности фланцевых соединений. Таблица состоит из следующих граф: *Параметр, Значение.* Таблица содержит как промежуточные (жёсткости и податливости деталей фланцевого соединения, силы действующие на фланец), так и итоговые (расчётные и допускаемые напряжения, расчётные диаметры болтов и пр.) результаты расчёта. Таблица доступна только при расчёте трубопроводных систем по отраслевой ветви АСТРА-СУДПРОМ.

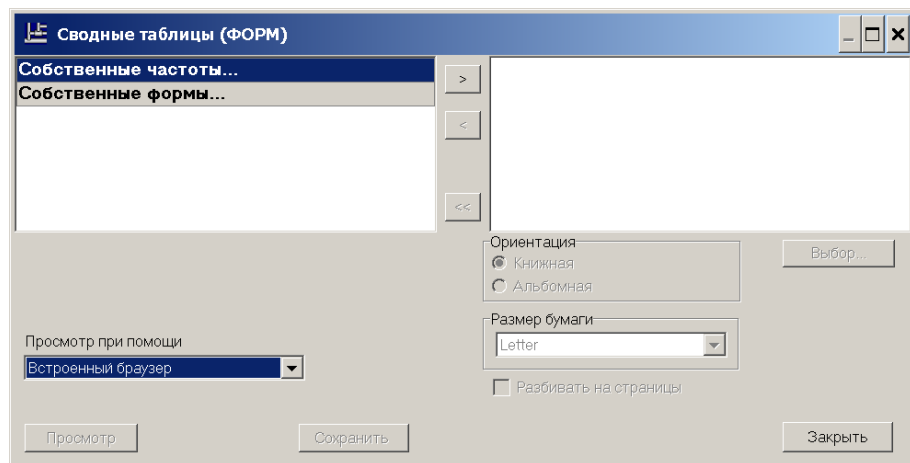
Комбинированное фланцевое соединение в сечении 2, участок №1 (1-2)	
Параметр	Значение
Угловая жёсткость прокладки $D_{np}$	0.00 кН/м/рад
Осевая податливость прокладки $m_{np}$	.18854E-01 м/кН
Осевая податливость болтов $m_b$	.72074E-03 м/кН
Податливость цельного фланца $m_\phi$	.32231E-02 м/кН
Угловая жёсткость цельного фланца $D$	3.65 кН/м/рад
Податливость свободного фланца $m_\phi$	.55501E-06 м/кН
Податливость наконечника свободного фланца $m_n$	.32530E-06 м/кН
Угловая жёсткость кольца свободного фланца $D_k$	10666.50 кН/м/рад
Угловая жёсткость наконечника свободного фланца $D$	10701.03 кН/м/рад
Коэффициент податливости соединения под действием внешнего изгибающего момента $K$	0.0352163
Сила давления для сохранения плотности $P_{упл}$	0.00 кН
Осевая сила внутреннего давления $P_{раб}$	8.08 кН
Сила для компенсации релаксации $P_{релак}$	0.00 кН
Сила снижения давления на прокладку от изгибающего момента при монтаже $P_{мр.монт}$	0.04 кН
Сила снижения давления на прокладку от изгибающего момента в рабочем состоянии $P_{мр.раб}$	6.21 кН
Сила обжатия $P_{обж}$	0.19 кН
$Q_1$	0.23 кН
$Q_2$	12.19 кН
Сила начальной затяжки шпилек $Q$	12.19 кН
Приращение осевого усилия на фланцевом соединении из-за неравномерного прогрева $\Delta Q$	8501.08 кН
Увеличение силы начальной затяжки болтов, вызванное внешним изгибающим моментом $P_{мб}$	5638.65 кН
Расчётная сила, действующая на болты в рабочем состоянии $Pb_1$	5652.93 кН
Расчётная сила, действующая на болты в рабочем состоянии $Pb_2$	14154.01 кН
Расчётная сила, действующая на болты в рабочем состоянии $Pb_2'$	14154.01 кН
Оптимальная ширина плоской прокладки $b$	64.89 мм
Заданная ширина плоской прокладки	1.00 мм
Монтажный момент на ключе $M_{кл}$	0.00 кН·м
Напряжение в цельном фланце $\sigma_{np}$	8803.33 МПа
Допускаемое напряжение в цельном фланце $[\sigma]$	3.07 МПа
Напряжение в наконечнике свободного фланца $\sigma_{np}$	2838.00 МПа
Напряжение в кольце свободного фланца $\sigma_{рез.к}$	8309.09 МПа
Допускаемое напряжение в наконечнике и кольце свободного фланца $[\sigma]$	10.88 МПа
Допускаемый крутящий момент $M_{кр}$	0.01 кН·м
Расчётный крутящий момент $M_{кр.рас}$	100.00 кН·м
Расчётный диаметр болтов $d_1$	279.10 мм
Расчётный диаметр болтов $d_2$	385.92 мм
Расчётный диаметр болтов $d_2'$	338.08 мм
Заданный расчётный диаметр болтов $d$	13.00 мм
Допускаемое напряжение в болтах по пределу текучести при нормальной температуре $[\sigma_1]$	8.40 МПа
Допускаемое напряжение в болтах по пределу текучести при расчётной температуре $[\sigma_2]$	11.00 МПа
Допускаемое напряжение в болтах по пределу длительной прочности при расчётной температуре $[\sigma_2']$	14.33 МПа
Расчётное напряжение в болтах $\sigma_1$	3871.73 МПа
Расчётное напряжение в болтах $\sigma_2$	9694.16 МПа
Расчётное напряжение в болтах $\sigma_2'$	9694.16 МПа
Коэффициент запаса прочности болтов $K_{Б1}$	460.92
Коэффициент запаса прочности болтов $K_{Б2}$	881.287
Коэффициент запаса прочности болтов $K_{Б2}'$	676.337
Коэффициент запаса прочности цельного фланца $K_{Фн}$	2871.67
Коэффициент запаса прочности наконечника свободного фланца $K_{Фс}$	260.846
Коэффициент запаса прочности кольца свободного фланца $K_{Фк}$	763.704
Оптимальная ширина плоской прокладки отличается от заданной более чем на 5%	
Расчётные напряжения в цельном фланце превышают допускаемые	
Расчётные напряжения в наконечнике свободного фланца превышают допускаемые	
Расчётные напряжения в кольце свободного фланца превышают допускаемые	
Расчётный крутящий момент во фланцевом соединении превышает допускаемый	
Расчётный диаметр болтов/шпилек превышает заданный	

Выводятся следующие диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Оптимальная ширина плоской прокладки отличается от заданной более чем на 5%	Вычисленная оптимальная ширина
	Расчётные напряжения в цельном фланце превышают допускаемые	Расчётные напряжения в цельном фланце превышают допускаемые напряжения
	Расчётные напряжения в наконечнике свободного фланца превышают допускаемые	Расчётные напряжения в наконечнике свободного фланца превышают допускаемые напряжения
	Расчётные напряжения в кольце свободного фланца превышают допускаемые	Расчётные напряжения в кольце свободного фланца превышают допускаемые напряжения
	Расчётный крутящий момент во фланцевом соединении превышает допускаемый	Расчётный крутящий момент во фланцевом соединении больше допускаемого крутящего момента в сечении фланца
	Расчётный диаметр болтов/шпилек превышает заданный	Расчётный диаметр болтов/шпилек, больше заданного диаметра

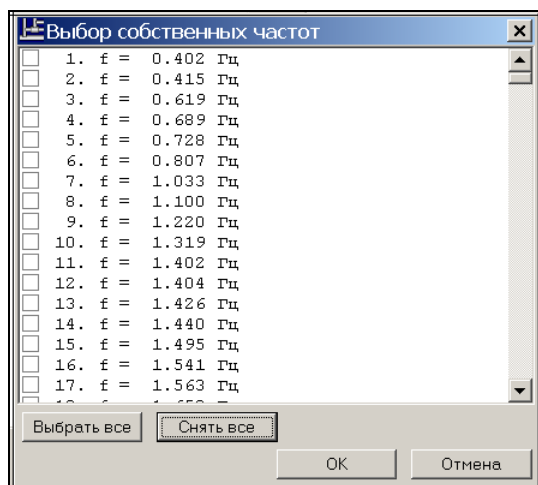
## Сводные таблицы (ФОРМ)

Окно для работы со сводными таблицами открывается при выборе пункта Сводные таблицы (ФОРМ) меню Результаты



Общие сведения см. Сводные таблицы. Основные сведения.

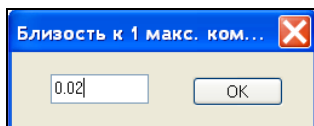
При выборе таблицы *Собственные частоты...* и (или) *Собственные формы...*, открывается диалоговое окно





В открывшемся диалоговом окне отметьте необходимые собственные частоты.

При выборе пункта *Собственные частоты* в таблице будут приведены те сечения, в которых указанная форма колебаний достигает своего максимального нормированного значения (1,000) и близких величин в диапазоне, заданном пользователем. При вводе значения, равного единице, будут показаны все сечения.



В данном случае будут показаны все компоненты собственного вектора от 0,98 до 1,00.

При выборе пункта *Собственные формы* в таблице будут выведены собственные векторы, соответствующие выбранным собственным частотам.

Максимальное значение нормированной формы колебаний (1,000) окрашивается зеленым. Если по какому-либо направлению отсутствует динамическая степень свободы, поле не заполняется.

После описанных выше действий заголовки выбранных таблиц появятся в списке справа.

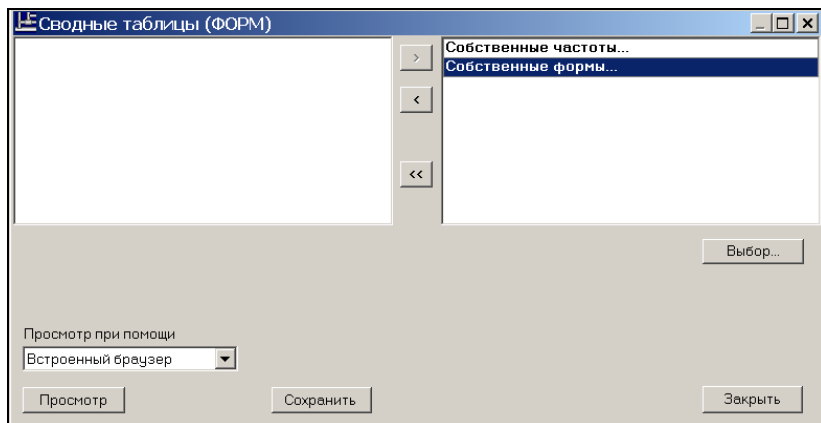


Таблица *Собственные частоты...* состоит из следующих граф: *Номер частоты*, *Частота*, *Круговая частота*, *№ участка/узла*, *№ сечения*, *Маркер*, *Значения собственного вектора*. При этом столбцы *Угловые* присутствуют в случае, если в схеме имеются соответствующие динамические степени свободы.

№ частоты	Частота, Гц	Круговая частота, рад/с	№ участка/ узла	№ сечения/ элемента	Маркер	Форма (максимальные значения)					
						Линейные			Угловые		
						X	Y	Z	X	Y	Z
1	3.2087	20.161	9			-0.844	1.000	0.157			
			6 (8-9)	8		-0.524	0.716	0.157			
10	25.066	157.50	15 (7-14)	4		-0.000	-0.555	-0.744			
			15 (7-14)	5		-0.001	-0.555	-1.000			

Максимальная компонента

Таблица Собственные формы... состоит из следующих граф: Номер участка, № сечения, Маркер, Значения собственного вектора. При этом столбцы Угловые присутствуют в случае, если в схеме имеются соответствующие динамические степени свободы.

Собственные формы 4. Частота 5.4688 Гц											
№ участка/ узла	№ сечения/ элемента	Маркер	Собственный вектор								
			Линейные			Угловые					
1			0.000	0.016	0.020						
2			0.000	0.003	0.021						
3			0.000	0.010	0.007						
4			0.000	-0.000	0.000						
5			0.000	-0.027	-0.026						
6		Мертвая опора	0.000	0.000	0.000						
7			0.000	0.000	0.000						
8		Подвеска	-0.277	0.239	-0.000						
9			-0.844	1.000	0.157						
10			0.000	0.000	-0.000						
11			0.000	-0.000	0.000						
1 (1-2)	1	Напр опора	0.000	0.015	0.020						
	2		0.000	0.013	0.021						
	3	Арматура	0.000	0.010	0.021						
	4		0.000	0.006	0.021						
2 (1-21)	1		-0.000	0.016	0.000						
	1-2 (гиб)		-0.003	0.015	-0.002						
4 (1-3)	1	Компенсатор	0.000	0.018	0.018						
	2		0.000	0.015	0.011						
5 (2-21)	1		-0.004	0.003	0.014						
	1-2 (гиб)		-0.004	0.003	0.012						
	2	Байпас	-0.004	0.003	0.010						
6 (8-9)	2		-0.277	0.289	0.029						
	3		-0.277	0.412	0.102						
	3-4 (гиб)	Отвод 1	-0.293	0.486	0.140						
	4		-0.334	0.548	0.157						
	5		-0.381	0.589	0.157	-0.333	-0.377	0.542			
	6		-0.429	0.631	0.157						
	7	Арматура с приводом	-0.476	0.673	0.157	-0.338	-0.381	0.542			
	8		-0.524	0.716	0.157						

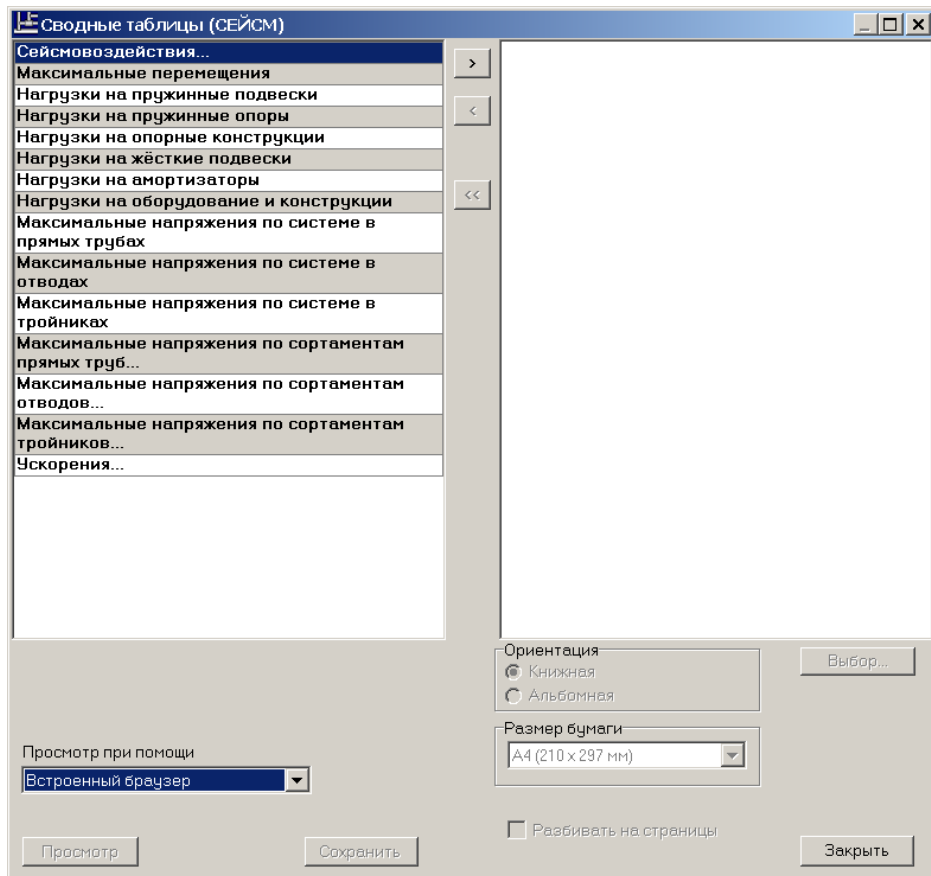
Максимальная компонента

Выводятся следующие диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Максимальная компонента	Значения компоненты >  ±0,999

## Сводные таблицы (СЕЙСМ)

Окно для работы со сводными таблицами открывается при выборе пункта [Сводные таблицы \(СЕЙСМ\)](#) меню [Результаты](#)



Общие сведения см. [Сводные таблицы. Основные сведения.](#)

Таблицы, имеющие одинаковые названия с таблицами СТАЦ, отличаются:

- добавлением графы *Воздействие (угол)*;
- сообщения в таблицах по нагрузкам только сообщают о превышении допусковых нагрузок;

• в таблицах *Нагрузки на пружинные подвески*, *Нагрузки на пружинные опоры* не выводятся графы: *Структура цепи Z*, *Нагрузка табличная*, *Изменение нагрузки*, *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* , *Удлинение тяги  $\Delta L$* .

*Максимальные перемещения.* В таблице *Максимальные перемещения* для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий выводятся

максимальные сейсмические перемещения по координатным осям. Дополнительно выводится таблица *Максимальные перемещения по всем воздействиям*. Максимальные компоненты перемещений отмечаются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на пружинные подвески*. Выводятся сейсмические нагрузки на пружинные подвески для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на пружинные подвески*.

*Нагрузки на пружинные опоры*. Выводятся сейсмические нагрузки на пружинные опоры для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на пружинные опоры*.

*Нагрузки на опорные конструкции*. Выводятся сейсмические нагрузки на опоры для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на опорные конструкции*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на жесткие подвески*. Выводятся сейсмические нагрузки на жесткие подвески для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на жесткие подвески*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на оборудование и конструкции*. Выводятся сейсмические нагрузки на мёртвые опоры, расположенные в узлах, в случае, если в узел приходит только один участок, для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на оборудование и конструкции*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**.

*Максимальные напряжения по системе*.

Для прямых труб, отводов (колен) и тройников выводятся максимальные сейсмические напряжения или максимальные напряжения от совместного действия сейсмических и статических силовых факторов (см. [Сейсмические воздействия \(СЕЙСМ\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*). Максимальные значения получены с учетом всех введенных в расчет сейсмических воздействий. Доступны следующие таблицы:

- *Максимальные напряжения в прямых трубах;*
- *Максимальные напряжения в отводах;*
- *Максимальные напряжения в тройниках;*

*Максимальные напряжения по сортаментам*.

Для каждого из выбранных пользователем сортовентов прямых труб, отводов (колен) и тройников выводятся максимальные сейсмические напряжения или максимальные напряжения от совместного действия сейсмических и статических силовых факторов (см. [Сейсмические воздействия \(СЕЙСМ\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*). Максимальные значения получены с учетом всех введенных в расчет сейсмических воздействий. Доступны следующие таблицы:

- *Максимальные напряжения в прямых трубах по сортаментам;*
- *Максимальные напряжения в отводах по сортаментам;*
- *Максимальные напряжения в тройниках по сортаментам.*

## Оценка сейсмостойкости МГС в сечениях...

Таблицы, содержащие данные по оценке методом граничной сейсмостойкости, доступны при проведённых статическом и сейсмическом расчёте только на сейсмическое воздействие (см. [Сейсмические воздействия \(СЕЙСМ\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*). В таблице выводятся интегральный параметр сейсмостойкости для сечений всех деталей, кроме тройников. При выводе таблиц необходимо в появившемся окне указать воздействия, для которых будут выведены результаты

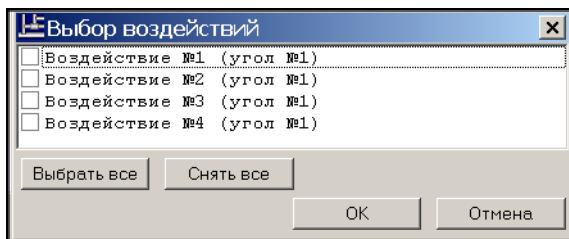


Таблица состоит из следующих граф: *Воздействие (угол)*, *№ участка*, *№ сечения*, *Маркер*, *Интегральный параметр сейсмостойкости*, *Максимальное ускорение на грунте*. В случае, если в примыкающих к сечению деталях напряжения различны (скачок), то в ячейке показываются значения с обеих деталей.

Возде (угол)	№ участка	№ сечения	Маркер	Интегральный параметр сейсмостойкости, g	Максимальное ускорение на грунте, g	Примечание
спектр-1 (1)	3 (1-3)	0		0.91	1.00	
	3 (1-3)	1	Компенсатор	0.83 -1096.67	1.00	
	3 (1-3)	2		-1096.67 0.66	1.00	
	3 (1-3)	3	Тройник	0.61	1.00	
	4 (8-9)	0	Подвеска	2.15	1.00	

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Сейсмостойкость не обеспечена	Интегральный параметр сейсмостойкости детали меньше пикового ускорения на грунте. Сейсмическая квалификация детали трубопровода не подтверждена, требуется разработка и реализация мероприятий по повышению сейсмостойкости
	Статическая прочность не обеспечена	Деталь не проходит по условиям статической прочности

## Оценка сейсмостойкости МГС в тройниках...

Таблицы, содержащие данные по оценке методом граничной сейсмостойкости доступны при проведённых статическом и сейсмическом расчёте только на сейсмическое воздействие (см. [Сейсмические воздействия \(СЕЙСМ\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*). В таблице выводятся интегральный параметр сейсмостойкости для тройниковых сечений. При выводе таблиц необходимо в появившемся окне указать воздействия, для которых будут выведены результаты

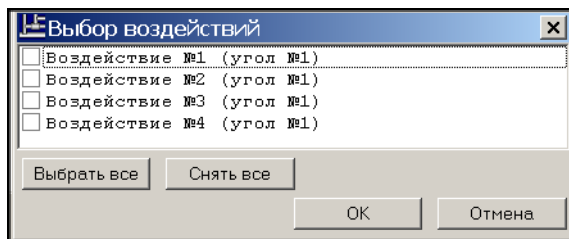


Таблица состоит из следующих граф: *Воздействие (угол)*, *№ узла*, *Маркер*, *Интегральный параметр сейсмостойкости*, *Максимальное ускорение на грунте*.

Возд-е (угол)	№ узла	Маркер	Интегральный параметр сейсмостойкости, g	Максимальное ускорение на грунте, g	Примечание
спектр-1 (1)	3	Тройник	0.06	1.00	
	7		-0.88	1.00	

Выводимые диагностические сообщения, идентичны таковым в таблицах *Оценка сейсмостойкости МГС в сечениях....*

## Нагрузки на амортизаторы

Выводятся нагрузки на амортизаторы для каждого угла введенных в расчет сейсмических воздействий. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на амортизаторы*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**. Если амортизатор задан в ЛСК, нагрузка выводится в ЛСК.

Проверка нагрузок на амортизаторы проводится аналогично проверке нагрузок на опоры, см. [Нагрузки на опорные конструкции](#), *Сводные таблицы (СТАЦ)*.

Таблица состоит из следующих граф: *Воздействие (угол)*, *№ участка/узла*, *№ сечения*, *Маркер*, *Сейсмические нагрузки*, *Грузоподъёмность*.

Возд-е (угол)	№ участка/ узла	№ сечения	Маркер	Нагрузки, кН			Грузоподъём., кН	Примечание
				Px	Py	Pz		
спектр-1 (1)	12 (3-8)	4-ЛСК	Амортизатор	4.61	0.12	0.44	4.00	
аксел.-2 (1)	12 (3-8)	4-ЛСК	Амортизатор	1.12	-0.05	-0.10	4.00	

Расчётная нагрузка превышает грузоподъёмность

### Максимальные нагрузки на амортизаторы

№ участка/ узла	№ сечения	Возд-е (угол)	Маркер	Нагрузки, кН			Грузоподъём., кН	Примечание
				Px	Py	Pz		
12 (3-8)	4-ЛСК	спектр-1 (1)	Амортизатор	4.61	0.12	0.44	4.00	

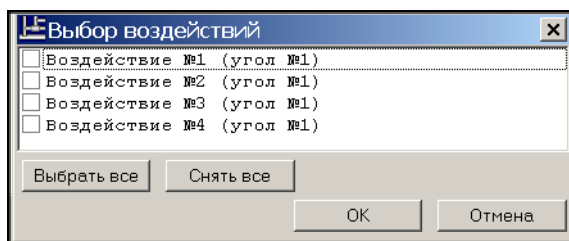
Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения по соответствующему направлению

Расчётная нагрузка превышает грузоподъёмность

Выводятся диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Расчётная нагрузка превышает грузоподъёмность	Расчётная нагрузка на амортизатор превышает его грузоподъёмность

### Ускорения



Для выбранных пользователем сейсмических воздействий (спектров ответа) в отдельных таблицах выводятся сейсмические ускорения соответственно заданным динамическим степеням свободы расчетной схемы с выделением максимального элемента ускорения красным цветом.

Таблица состоит из следующих граф: *Воздействие (угол)*, *№ участка/узла*, *№ сечения*, *Маркер*, *Ускорения (линейные и угловые)*. Пустое поле означает отсутствие динамической степени свободы по данному направлению.

Возд-е (угол)	№ участка/ узла	№ сечения/ элемента	Маркер	Ускорения, "g"					
				Линейные			Угловые		
				X	Y	Z	X	Y	Z
спектр-1 (1)	1			0.14	0.31	1.07			
	2			0.19	0.61	1.95			
	3			0.07	0.12	0.33			
	4			0.00	0.00	0.00			
	6 (8-9)	5		1.06	1.22	0.94	1.84	2.07	1.50
	6 (8-9)	6		1.12	1.26	0.94			
	6 (8-9)	7	Арматура с приводом	1.23	1.33	0.94	1.90	2.10	1.55
	6 (8-9)	8		1.38	1.44	0.94			
	7 (3-10)	1		0.06	0.06	0.15			
	9 (10-12)	1	Балка-стержень	0.04	0.00	0.00			
	11 (6-12)	1		0.03	0.11	0.12			
	11 (6-12)	2		0.04	0.05	0.06			
	11 (6-12)	3		0.04	0.01	0.03			
	11 (6-12)	4		0.04	0.00	0.02			
	12 (3-8)	1		0.11	0.12	0.37			
	12 (3-8)	2	Пр. польз.	0.24	0.12	0.59			
	12 (3-8)	3	Жесткий элемент	0.42	0.12	0.78			
	12 (3-8)	4	Амортизатор	0.65	0.12	0.88			
	12 (3-8)	5		0.96	0.12	0.93			
	12 (3-8)	6		1.00	0.12	0.93			
	12 (3-8)	6-7 (гиб)	Отвод 2	1.12	0.14	0.86			
	12 (3-8)	7		1.16	0.24	0.66			
	12 (3-8)	8		1.16	0.25	0.64			
	12 (3-8)	9	Фланец 2	1.16	0.36	0.44			
	22 (2-5)	1		0.20	0.67	1.98			
	22 (2-5)	2	Пружин опора	0.21	0.79	1.59			
	22 (2-5)	3		0.22	1.21	0.65			
	22 (2-5)	4	Арматура с приводом	0.22	1.52	0.00	1.12	5.27	3.22
	22 (2-5)	5		0.22	1.86	0.66			
	22 (2-5)	6	Фланец 1	0.22	2.62	2.11			

Примечание: вывод сейсмических ускорений для акселерограммы не предусмотрен

Максимальный элемент

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Примечание: вывод сейсмических ускорений для акселерограммы не предусмотрен	В случае заказа вывода ускорений для акселерограммы
	Максимальный элемент	Всегда. Диагностика сечения и степени свободы с максимальным ускорением



## Сводные таблицы (ВИБР)

Окно для работы со сводными таблицами открывается при выборе пункта Сводные таблицы (ВИБР) в меню Результаты

При расчете допускаемых параметров *по собственным формам* (см. Вибрационная прочность (ВИБР), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*) окно имеет следующий вид:

**Сводные таблицы (ВИБР)**

Максимальные перемещения

Максимальные напряжения по системе в прямых трубах

Максимальные напряжения по системе в отводах

Максимальные напряжения по системе в тройниках

Максимальные напряжения по сортаментам прямых труб...

Максимальные напряжения по сортаментам отводов...

Максимальные напряжения по сортаментам тройников...

Ориентация

☒ Книжная

☐ Альбомная

Выбор...

Размер бумаги

Letter

☐ Разбивать на страницы

Просмотр при помощ

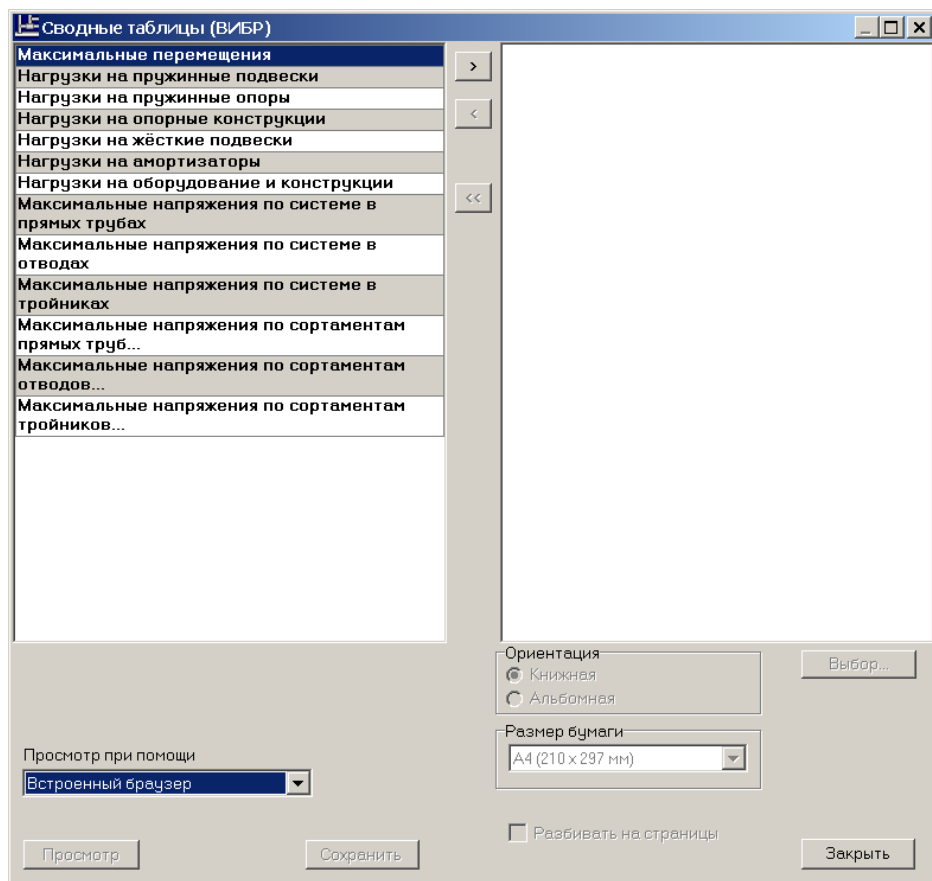
Встроенный браузер

Просмотр

Сохранить

Закрыть

Если выбран *Расчет при вибровоздействии в полигармонической форме*, (см. [Вибрационная прочность \(ВИБР\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*) окно имеет такой вид:



Общие сведения см. [Сводные таблицы. Основные сведения](#).

Таблицы, имеющие одинаковые названия с таблицами СТАЦ, отличаются:

- добавлением граф *№ частоты*, *Частота*;
- сообщения в таблицах по нагрузкам только сообщают о превышении допускаемых нагрузок
- допускаемые напряжения в таблицах по напряжениям не выводятся;
- в таблицах *Нагрузки на пружинные подвески*, *Нагрузки на пружинные опоры* не выводятся графы: *Структура цепи Z*, *Нагрузка табличная*, *Изменение нагрузки*, *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* , *Удлинение тяги  $\Delta L$* .

*Максимальные перемещения*. В таблице *Максимальные перемещения* для каждой участвующей в расчете собственной или вынужденной частоты выводятся

максимальные виброперемещения по координатным осям. Дополнительно выводится таблица *Максимальные перемещения по всем частотам*. Максимальные компоненты перемещений отмечаются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на пружинные подвески*. Выводятся вибронагрузки на пружинные подвески для введенных в расчет вынужденных частот. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на пружинные подвески*.

*Нагрузки на пружинные опоры*. Выводятся вибронагрузки на пружинные опоры для введенных в расчет вынужденных частот. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на пружинные опоры*.

*Нагрузки на опорные конструкции*. Выводятся вибронагрузки на опоры для введенных в расчет вынужденных частот. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на опорные конструкции*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на жёсткие подвески*. Выводятся вибронагрузки на жёсткие подвески для введенных в расчет вынужденных частот. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на жёсткие подвески*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на амортизаторы*. Выводятся вибронагрузки на амортизаторы для введенных в расчет вынужденных частот. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на амортизаторы*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**. Описание таблицы см. [Нагрузки на амортизаторы](#), *Сводные таблицы (СЕЙСМ)*.

*Нагрузки на оборудование и конструкции*. Выводятся вибронагрузки на мёртвые опоры, расположенные в узлах, в случае, если в узел приходит только один участок, для введенных в расчет вынужденных частот. Дополнительно выводится таблица *Максимальные нагрузки на оборудование и конструкции*. Максимальные значения компонент выделяются **жирным шрифтом**.

*Максимальные напряжения по системе*.

Для прямых труб, отводов (колен) и тройников выводятся максимальные вибронапряжения для всех участвующих в расчете собственных или вынужденных (см. [Вибрационная прочность \(ВИБР\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*) частот. Доступны следующие таблицы:

- *Максимальные напряжения в прямых трубах;*
- *Максимальные напряжения в отводах;*
- *Максимальные напряжения в тройниках.*

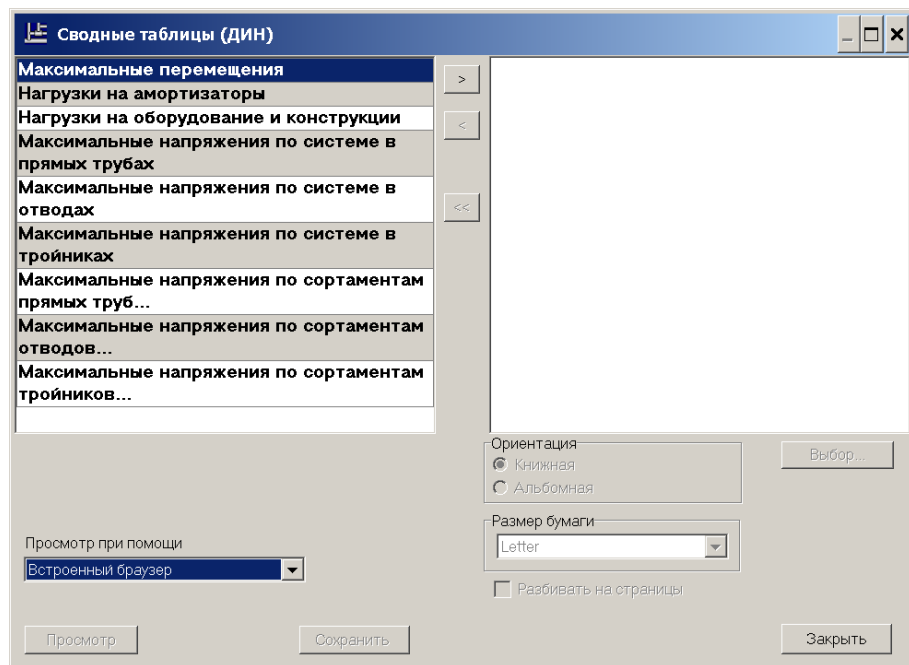
*Максимальные напряжения по сортаментам*.

Для каждого из выбранных пользователем сортовентов прямых труб, отводов (колен) и тройников выводятся максимальные вибронапряжения для всех участвующих в расчете собственных или вынужденных (см. [Вибрационная прочность \(ВИБР\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*) частот. Доступны следующие таблицы:

- *Максимальные напряжения в прямых трубах по сортаментам;*
- *Максимальные напряжения в отводах по сортаментам;*
- *Максимальные напряжения в тройниках по сортаментам*

## Сводные таблицы (ДИН)

Окно для работы со сводными таблицами открывается при выборе пункта [Сводные таблицы \(ДИН\)](#) в меню [Результаты](#)



Общие сведения см. [Сводные таблицы. Основные сведения.](#)

Таблицы, имеющие одинаковые названия с таблицами СТАЦ, отличаются:

- сообщения в таблицах по нагрузкам только сообщают о превышении допускаемых нагрузок
- в таблицах *Нагрузки на пружинные подвески*, *Нагрузки на пружинные опоры* не выводятся графы: *Структура цепи Z*, *Нагрузка табличная*, *Изменение нагрузки*, *Затяжка  $\Delta 1/2L$* , *Осадка  $\Delta 1/2P$* , *Удлинение тяги  $\Delta L$* .

*Максимальные перемещения.* В таблице *Максимальные перемещения* для всего времени воздействия выводятся максимальные динамические перемещения по координатным осям. Максимальные компоненты перемещений отмечаются **жирным шрифтом**.

*Нагрузки на амортизаторы.* Выводятся максимальные динамические нагрузки на амортизаторы. Описание таблицы см. [Нагрузки на амортизаторы, Сводные таблицы \(СЕЙСМ\)](#).

*Нагрузки на оборудование и конструкции.* Выводятся максимальные динамические нагрузки на мёртвые опоры, расположенные в узлах, в случае, если в узел приходит только один участок.

*Максимальные напряжения по системе.*

Для прямых труб, отводов (колен) и тройников выводятся максимальные динамические напряжения или максимальные напряжения от совместного действия динамических и статических силовых факторов (см. [Динамические воздействия \(ДИН\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*). Доступны следующие таблицы:

- *Максимальные напряжения в прямых трубах;*
- *Максимальные напряжения в отводах;*
- *Максимальные напряжения в тройниках.*

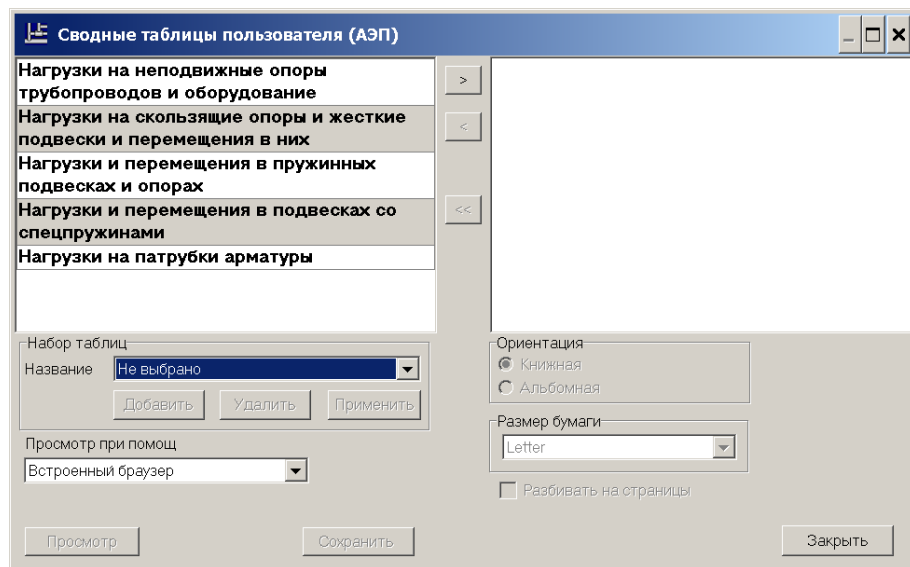
*Максимальные напряжения по сортаментам.*

Для каждого из выбранных пользователем сортовентов прямых труб, отводов (колен) и тройников выводятся максимальные динамические напряжения или максимальные напряжения от совместного действия динамических и статических силовых факторов (см. [Динамические воздействия \(ДИН\)](#), закладка *Параметры*, опция *Вид расчёта*). Доступны следующие таблицы:

- *Максимальные напряжения в прямых трубах по сортаментам;*
- *Максимальные напряжения в отводах по сортаментам;*
- *Максимальные напряжения в тройниках по сортаментам*

## Сводные таблицы пользователя

Окно для работы со сводными таблицами пользователя (введено по желанию ряда пользователей – АЭП, БЭРН и др.) открывается при выборе пункта [Сводные таблицы пользователя](#) в меню [Результаты](#)



Общие сведения см. [Сводные таблицы. Основные сведения](#).

Эти сводные таблицы предназначены для получения сводных и (или) выборочных данных расчета для опорно-подвесной системы трубопровода и патрубков арматуры в формате, принятом в ряде организаций для окончательного отчета.

### Нагрузки на неподвижные опоры трубопроводов и оборудование

Таблица *Нагрузки на неподвижные опоры трубопроводов и оборудование* содержит нагрузки (силы и моменты) на опоры схемы, имеющие хотя бы одну угловую жесткость, от статического (в рабочем, холодном состояниях и при испытаниях) и динамического воздействий (сейсмика, максимальные значения).

Таблица состоит из следующих граф: № опоры, № участка/узла, № сечения, *Краткая характеристика опоры*, *Статическое воздействие: нагрузки в рабочем состоянии, холодном состоянии, при испытаниях*; *Динамическое воздействие: нагрузки*; *Наружный диаметр ( $D_n$ ) и толщина стенки трубы ( $S$ )*.

К таблице, выдаётся примечание: "пустая ячейка " $D \times S$ " означает, что опора подпирает не трубу или трубы с разными диаметрами /толщинами, или расположена в узле."

Подробное описание граф таблицы приведено в таблице:

№ графы	Название графы	Обозначение	Комментарий
1	Номер опоры		Маркер сечения, где установлена опора
2	№ участка/узла		Номер участка для опоры, расположенной на участке, или номер узла для узловой опоры
3	№ сечения		Номер сечения для опоры, расположенной на участке. При задании опоры в ЛСК к номеру сечения добавляется надпись «ЛСК»
4	Краткая характеристика опоры		Тип опоры
5	Статическое воздействие. Рабочее состояние	$P_x/M_x$	Нагрузки на опору (силы и моменты) в рабочем состоянии (этап 2)
6		$P_y/M_y$	
7		$P_z/M_z$	
8	Статическое воздействие. Холодное состояние	$P_x/M_x$	Нагрузки на опору (силы и моменты) в нерабочем состоянии (этап 4)
9		$P_y/M_y$	
10		$P_z/M_z$	
11	Статическое воздействие. Испытания	$P_x/M_x$	Нагрузки на опору (силы и моменты) при испытаниях
12		$P_y/M_y$	
13		$P_z/M_z$	
14	Динамическое воздействие. Сейсмические	$\pm P_x/\pm M_x$	Максимальные нагрузки на опору (силы и моменты) от сейсмических воздействий
15		$\pm P_y/\pm M_y$	
16		$\pm P_z/\pm M_z$	
17	D x S, мм		Наружный диаметр и толщина стенки примыкающих к сечению деталей или пустое поле, если к сечению примыкают такие элементы трубопровода, как некольцевое сечение, арматура, компенсатор, жёсткий элемент

Примечание:

1. Нагрузки на опору выводятся по осям X, Y, Z ГСК или по X', Y', Z' ЛСК, если опора задана в ЛСК;
2. Сейсмические нагрузки знакопеременны, поэтому в столбце *Обозначения* указан знак  $\pm$ .

№ опоры	№ участка/ узла	№ сечения	Краткая характеристика опоры	Статическое воздействие									Динамическое воздействие			D x S, мм
				Рабочее состояние			Холодное состояние			Испытания			Сейсмические			
				Силы,кН Моменты,кН*м			Силы,кН Моменты,кН*м			Силы,кН Моменты,кН*м			Силы,кН Моменты,кН*м			
				Rx Mx	Ry My	Rz Mz	Rx Mx	Ry My	Rz Mz	Rx Mx	Ry My	Rz Mz	±Rx ±Mx	±Ry ±My	±Rz ±Mz	
САЭС 3 блок СПиР, САОР, опускные тр-лы																
	200		мёртвая	-0.28 -0.00	0.00 -2.32	-874.79 0.00	2.00 -0.00	0.00 16.53	-862.32 0.00				433.64 -0.00	0.00 3591.02	504.10 0.00	
	201		мёртвая	-7.21 -0.00	0.00 -59.71	-863.60 0.00	0.44 -0.00	0.00 3.66	-864.46 -0.00				664.57 -0.00	0.00 5503.31	439.18 0.00	
	202		мёртвая	7.53 -28.50	8.00 -1.63	-13.39 -30.20	-2.08 -3.22	0.00 -4.38	-7.24 1.42				15.38 -49.25	21.93 -39.84	6.59 -73.17	325 x 16
	203		мёртвая	19.51 -8.37	3.99 -13.37	-17.50 -24.67	-1.51 -0.02	0.02 -8.25	-9.07 -0.15				14.22 -14.23	14.31 28.69	12.49 -76.02	325 x 16
	204		мёртвая	7.67 -24.97	6.65 -1.51	-13.48 -26.08	-2.09 -3.24	0.01 -4.44	-7.25 1.42				13.80 -49.20	21.90 -39.34	5.98 -73.04	325 x 16
	205		мёртвая	19.54 -7.18	3.42 -13.40	-17.52 -21.18	-1.50 -0.02	0.02 -8.29	-9.08 -0.16				13.58 -14.23	14.31 28.91	12.33 -75.99	325 x 16
	206		мёртвая	7.82 -21.45	5.31 -1.39	-13.57 -21.96	-2.11 -3.25	0.01 -4.49	-7.27 1.42				12.34 -49.12	21.86 -38.84	5.43 -72.87	325 x 16
	207		мёртвая	19.57 -5.99	2.86 -13.42	-17.53 -17.68	-1.50 -0.02	0.03 -8.32	-9.08 -0.16				13.04 -14.24	14.31 29.04	12.18 -75.92	325 x 16
	208		мёртвая	-0.23 -0.00	0.00 -1.91	-1227.89 0.00	2.04 -0.00	0.00 16.89	-1252.85 0.00				426.45 -0.00	0.00 3531.46	710.50 0.00	
	209		мёртвая	-6.58 -0.00	0.00 -54.52	-1223.90 0.00	0.42 -0.00	0.00 3.51	-1261.06 0.00				649.09 -0.00	0.00 5375.11	898.51 0.00	
	210		мёртвая	8.12 -14.42	2.62 -1.19	-13.77 -13.74	-2.13 -3.29	0.02 -4.66	-7.31 1.40				-9.99 -48.92	21.75 -37.88	4.47 -72.46	325 x 16
	211		мёртвая	19.64 -3.61	1.73 -13.50	-17.57 -10.70	-1.48 -0.02	0.03 -8.42	-9.11 -0.19				12.41 -14.25	14.30 29.36	11.95 -75.70	325 x 16
	212		мёртвая	8.27 -10.88	1.26 -1.09	-13.88 -9.59	-2.14 -3.29	0.01 -4.75	-7.34 1.45				-9.34 -48.77	21.72 -37.26	-4.22 -72.24	325 x 16
	213		мёртвая	19.69 -2.41	1.16 -13.54	-17.59 -7.16	-1.47 -0.02	0.02 -8.48	-9.12 -0.15				12.22 -14.28	14.30 29.50	11.87 -75.52	325 x 16
	214		мёртвая	8.43 -7.31	-0.11 -0.96	-13.97 -5.40	-2.16 -3.26	-0.02 -4.80	-7.35 1.53				-8.63 -48.58	21.68 -36.61	-4.23 -71.98	325 x 16
	215		мёртвая	19.73 -1.21	0.58 -13.57	-17.61 -3.60	-1.46 -0.01	0.01 -8.52	-9.13 -0.09				12.01 -14.32	14.30 29.47	11.77 -75.29	325 x 16
	216		мёртвая	-71.27 -19.78	4.75 -176.42	-0.00 0.00	14.55 -3.57	0.86 97.08	-0.00 0.00				1470.40 -11283.64	2709.47 16158.29	0.00 0.28	
	217		мёртвая	-227.61 -4.45	1.07 -734.53	-0.00 -0.00	18.62 -1.61	0.39 57.95	-0.00 0.00				2206.59 -11953.33	2870.43 24381.92	0.00 0.50	
	218		мёртвая	8.44 7.14	0.17 -0.95	-13.98 5.21	-2.15 3.23	0.03 -4.80	-7.35 -1.56				-11.66 -52.88	22.76 -42.05	3.86 -65.42	325 x 16



## Нагрузки на скользящие опоры и жесткие подвески и перемещения в них

В таблице *Нагрузки на скользящие опоры и жесткие подвески и перемещения в них* выводятся статические нагрузки в рабочем и холодном состояниях, при испытаниях, а также перемещения от статических воздействий (этап 3 – переход из рабочего состояния в холодное) и динамические нагрузки и перемещения (сейсмика, максимальные значения). Результаты выводятся по следующим типам опор: неподвижная скользящая, направляющая, жёсткая подвеска, опора общего вида без угловых жесткостей.

Таблица состоит из следующих граф: № опоры, № участка/узла, № сечения, Краткая характеристика опоры, Статическое воздействие: нагрузки в рабочем состоянии, холодном состоянии, перемещения, нагрузки при испытаниях; Динамическое воздействие: сейсмика (нагрузки, перемещения); Наружный диаметр ( $D_n$ ) и толщина стенки трубы ( $S$ ).

К таблице, выдаётся примечание: "пустая ячейка "DxS" означает, что опора подтирает не трубу или трубы с разными диаметрами /толщинами, или расположена в узле".

Подробное описание граф таблицы приведено в таблице:

№ графы	Название графы	Обозначение	Комментарий
1	Номер опоры		Маркер сечения, где установлена опора (подвеска)
2	№ участка/узла		Номер участка для опоры, расположенной на участке, или номер узла для узловой опоры
3	№ сечения		Номер сечения для опоры, расположенной на участке. При задании опоры в ЛСК к номеру сечения добавляется надпись «ЛСК»
4	Краткая характеристика опоры		Тип опоры
5	Статическое воздействие. Рабочее состояние. Силы	$P_x$	Нагрузки на опору (силы) в рабочем состоянии (этап 2)
6		$P_y$	
7		$P_z$	
8	Статическое воздействие. Холодное состояние. Силы	$P_x$	Нагрузки на опору (силы) в нерабочем состоянии (этап 4)
9		$P_y$	
10		$P_z$	
11	Статическое воздействие. Перемещения	X	Перемещения (линейные) при переходе из холодного состояния в рабочее (этап 3)
12		Y	
13		Z	
14	Статическое воздействие. Испытания. Силы	$P_x$	Нагрузки на опору (силы) при испытаниях
15		$P_y$	
16		$P_z$	

№ графы	Название графы	Обозначение	Комментарий
17	Динамическое воздействие. Сейсмика. Силы	$\pm P_x$	Максимальные нагрузки на опору (силы) от сейсмических воздействий
18		$\pm P_y$	
19		$\pm P_z$	
20	Динамическое воздействие. Сейсмика. Перемещения	$\pm X$	Максимальные перемещения (линейные) от сейсмических воздействий
21		$\pm Y$	
22		$\pm Z$	
23	D x S, мм		Наружный диаметр и толщина стенки примыкающих к сечению деталей или пустое поле, если к сечению примыкают такие элементы трубопровода, как некольцевое сечение, арматура, компенсатор, жёсткий элемент

Примечание:

1. Нагрузки на опору выводятся по осям X, Y, Z ГСК или по X', Y', Z' ЛСК, если опора задана в ЛСК;
2. Сейсмические нагрузки и перемещения знакопеременны, поэтому в столбце *Обозначения* указан знак  $\pm$ .

№ опоры	№ участка/ула	№ сечения	Краткая характеристика опоры	Статическое воздействие												Динамическое воздействие						D x S, мм
				Рабочее состояние			Холодное состояние			Перемещения,мм			Испытания			Сейсмика						
				Силы,кН			Силы,кН			Силы,кН			Силы,кН			Силы,кН			Перемещения,мм			
Rx	Ry	Rz	Rx	Ry	Rz	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	±Rx	±Ry	±Rz	±X	±Y	±Z					
САЭС 3 блок СПиР, САОР, опускаемые тр-лы																						
	106 (71-72)	12	скольж.	5.18	-5.76	-25.82	0.61	-0.67	-54.77	18.4	-20.5	0.0				0.00	0.00	63.78	46.2	369.6	-0.0	325 x 16
	107 (72-73)	2	мертвая	7.69	-0.55	-25.71	0.24	-1.50	-5.08	50.4	-2.0	-0.0				0.00	0.00	23.90	122.4	-1146.7	0.0	
	115 (83-242)	3	неподв.	11.05	-8.04	-45.54	-0.80	0.01	-19.14	10.8	-7.8	-0.0				0.00	0.00	-172.15	179.0	244.1	0.0	
		7	неподв.	0.00	0.00	0.00	0.07	1.08	-7.55	-0.5	-13.2	2.1				0.00	0.00	33.27	241.2	109.5	-0.0	325 x 16
	116 (83-243)	3	неподв.	12.83	4.44	-45.26	-0.19	0.43	-17.62	13.1	4.5	-0.0				0.00	0.00	161.69	86.3	244.2	-0.0	
		7-ЛСК	общего вида	0.40	1.20	-4.20	-0.08	-1.53	-11.02	4.3	13.0	0.0				0.00	0.00	23.82	90.9	152.4	0.0	325 x 16
	118 (84-238)	9	скольж.	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40	-1.35	59.8	-12.6	17.5				0.00	0.00	22.98	45.2	577.2	-0.0	325 x 16
		12	скольж.	4.62	-0.60	-15.52	0.00	0.04	-16.72	26.5	-3.4	0.0				0.00	0.00	-32.28	45.0	231.4	0.0	325 x 16
		18	скольж.	2.95	2.15	-12.16	-0.04	0.17	-8.76	14.7	10.7	-0.0				0.00	0.00	54.13	-49.6	77.1	-0.0	325 x 16
	124 (87-89)	14	скольж.	2.20	-4.87	-17.81	-2.34	-0.02	-7.78	3.2	-6.8	-0.0				0.00	0.00	69.41	-5.4	-0.9	-0.0	
	127 (90-91)	3	скольж.	3.87	3.04	-16.40	0.39	0.82	-39.00	7.7	6.0	0.0				0.00	0.00	69.81	4.4	-8.4	0.0	
	129 (91-92)	7-ЛСК	направл.	3.26	-7.75	-43.27	0.48	-1.49	-13.57	0.0	-0.0	-0.0				0.00	0.00	31.77	91.6	53.1	0.0	
	131 (92-93)	6	скольж.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.43	-5.77	-8.3	-14.2	4.5				0.00	0.00	15.92	166.1	186.5	0.0	219 x 12
		13	скольж.	0.00	0.00	0.00	0.07	-0.04	-5.96	12.5	-20.9	4.9				0.00	0.00	8.00	166.1	544.5	-0.0	219 x 12
		20	скольж.	3.81	-2.62	-15.42	-0.71	0.07	-7.39	5.5	-3.8	-0.0				0.00	0.00	48.23	143.7	619.4	-0.0	
	132 (90-93)	12	скольж.	-0.00	0.03	-0.09	-0.05	0.34	-6.03	-1.9	33.2	0.0				0.00	0.00	10.87	-118.3	153.6	-0.0	219 x 12
		20	направл.	0.00	0.00	0.00	-0.11	-0.02	-4.74	23.1	29.0	1.6				0.00	0.00	6.37	-118.4	554.5	-0.0	219 x 12
		34	скольж.	5.06	3.66	-20.82	0.67	0.07	-10.70	4.5	3.3	-0.0				0.00	0.00	-47.88	135.2	619.3	0.0	
	143 (94-96)	15	неподв.	0.00	0.00	0.00	0.38	-0.15	-9.54	-5.7	6.5	6.2				0.00	0.00	-270.24	606.8	767.8	0.0	
	144 (96-239)	10	скольж.	-0.19	0.12	-0.76	-0.50	-0.11	-2.13	-21.6	13.3	0.0				0.00	0.00	-160.04	502.9	791.9	0.0	
	147 (98-246)	38	неподв.	2.83	0.24	-9.47	0.00	-0.08	-9.10	22.9	1.9	0.0				0.00	0.00	13.82	0.2	-100.5	0.0	219 x 12
	148 (97-99)	3	скольж.	-2.03	-4.07	-25.20	-0.30	0.35	-34.58	-0.0	-0.0	0.0				0.00	0.00	-160.43	660.9	776.6	0.0	
	153 (102-236)	5	направл.	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.13	-3.76	-14.0	1.2	3.7				0.00	0.00	-36.39	-0.0	-8.0	0.0	
	155 (103-104)	11	мертвая	2.16	8.30	-28.57	-1.42	1.62	-18.51	2.6	10.0	-0.0				0.00	0.00	-142.18	-212.8	-25.5	0.0	
	156 (104-258)	3	мертвая	-6.45	30.56	-104.12	2.81	0.06	-9.38	-4.2	19.3	-0.0				0.00	0.00	102.26	-242.5	-25.5	-0.0	
	158 (105-244)	13	мертвая	0.00	0.00	0.00	-0.00	2.11	-16.11	-18.3	6.6	4.2				0.00	0.00	18.55	0.0	7.9	0.0	
	160 (106-251)	8	скольж.	-3.55	0.72	-25.45	-0.22	-1.08	-11.24	-0.0	0.0	-0.0				0.00	0.00	-38.39	-184.8	-104.2	0.0	
	163 (107-108)	8	скольж.	0.00	0.00	-5.98	0.00	0.00	-9.43	2.0	-25.2	0.0				0.00	0.00	8.82	4.3	-13.3	0.0	219 x 12
	168 (110-255)	9	направл.	0.00	0.00	-8.41	0.00	0.00	-6.93	19.0	-21.4	-0.0				0.00	0.00	10.66	-0.1	-17.9	-0.0	219 x 12
	169 (109-111)	4	скольж.	0.00	0.00	0.00	-0.88	-0.17	-19.27	11.1	-9.8	11.7				0.00	0.00	151.09	-108.9	-23.8	-0.0	325 x 16
	170 (111-256)	12	скольж.	0.00	0.00	0.00	2.09	-0.08	-7.73	1.9	-23.4	1.1				0.00	0.00	27.28	115.3	-11.6	0.0	219 x 12
		14	скольж.	1.63	-7.88	-26.83	-0.25	-1.27	-11.67	3.6	-17.3	-0.0				0.00	0.00	17.14	84.3	-11.6	0.0	219 x 12
	112	4	неподв.	-0.11	-3.47	-11.57	0.73	-0.14	-5.95	-0.5	-14.0	-0.0				0.00	0.00	114.11	100.7	-19.8	0.0	219 x 12
		6	скольж.	2.80	-13.45	-45.78	-0.78	-0.31	-10.93	1.7	-7.9	-0.0				0.00	0.00	44.67	75.1	-19.8	0.0	219 x 12
	110	12	неподв.	0.38	-0.00	-1.26	0.01	0.65	-2.16	21.2	-0.7	0.0				0.00	0.00	4.05	136.9	31.0	0.0	108 x 7
	113	6	скольж.	-0.24	-0.52	-1.90	0.17	0.60	-3.94	-8.3	-17.7	0.0				0.00	0.00	5.09	136.9	62.8	0.0	108 x 7
	116	3	скольж.	-0.50	-4.53	-15.18	0.00	-0.00	-5.91	-0.3	-2.8	-0.0				0.00	0.00	21.69	4.9	0.0	0.0	

## Нагрузки и перемещения в пружинных подвесках и опорах

Таблица *Нагрузки и перемещения в пружинных подвесках и опорах* предназначена для вывода информации по нормативам ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01, МВН 049–63, фирмы LISEGA, а также пружинам пользователя и постоянного усилия. В таблице выводятся характеристики пружинных подвесок и опор (расширенный набор параметров по сравнению с таблицами *Характеристики пружинных подвесок* и *Характеристики пружинных опор*), статические и сейсмические нагрузки на них и перемещения в точках крепления.

Таблица состоит из следующих граф: *Номер опоры, № участка/узла, № сечения, Кол-во цепей, Номер по сортаменту (структура цепи), Максимальная табличная нагрузка на цепь, Высота пружины в свободном состоянии, Максимальная осадка пружины, Статическая нагрузка на опору в рабочем и холодном состояниях, при испытаниях, Изменение нагрузки на пружину при переходе из рабочего в холодное состояние, Высота пружины в рабочем и нерабочем состояниях, Перемещение видимое по осям X, Y, Z, Перемещение полное по оси Z, Затяжка пружины в монтажном состоянии, Сейсмическая нагрузка по оси Z, Сейсмическое перемещение по оси X, Y, Z, Сортамент трубы.*

Таблица подробно описана в *Общем описании (приложении)*, П.5 [113].

Для таблицы *Нагрузки и перемещения в пружинных подвесках и опорах* выводятся диагностические сообщения, идентичные таковым для таблицы *Характеристики пружинных подвесок* и дополнительно выводятся следующие диагностические сообщения:

Цвет ячейки	Сообщение	Условие появления
	Недопустимая осадка	Осадка более 90% максимального прогиба пружины
	Недопустимая затяжка	Затяжка более 90% максимального прогиба пружины

№ опоры	№ участка/ узла	№ сечения	Кол-во цепей	Характеристики пружин				Статическое воздействие					Перемещение по осям				Затяжка в монт сост-ии, мм /сек	Динамическое воздействие				D x S, мм				
				№ по OCT Структ. цепи Z	Рmax,кН	Нсв, мм	λ, мм	Нагрузка на опору,кН			Δ, %	Высота пружин, мм			Видимое			Полное	Сейсмика							
								Рраб	Рхол	Рисп		раб,сост, мм	хол,сост, мм	Нхол	X1	X2			X3	Нагр.кН	Перемещение по осям		±P	±X1	±X2	±X3
САЭС 3 блок СПиР, САОР, опускаемые т-ды																										
	106 (71-72)	21	2	MBH 049-63 3 = 1*19 + 1*09	23.73	268+497	70+140	22.00	12.40		43.7	236+432	250+460	85.22	41.85	-42.50	-46.55	17+34	-11.10	111.12	1293.54	-49.11	325 x 16			
	107 (72-73)	11	2	MBH 049-63 1 = 1*17 + 0*07	15.32	203	70	15.20	21.00		38.2	168	155	25.48	-51.22	13.26	47.58	82	13.04	-121.09	-961.17	29.79	325 x 16			
	110 (78-79)	1	2	MBH 049-63 3 = 1*17 + 1*07	15.32	203+373	70+140	16.10	22.81		41.7	166+299	151+269	76.98	-18.33	45.98	61.44	57+115	4.68	65.98	-924.93	32.07	325 x 16			
	133 (93-249)	8	2	MBH 049-63 1 = 1*15 + 0*05	7.99	184	70	6.17	5.60		9.2	157	159	37.67	12.46	-2.49	-1.62	25	13.93	86.71	449.29	61.04	219 x 12			
		11	2	MBH 049-63 3 = 1*15 + 1*05	7.99	184+345	70+140	5.98	7.36		23.1	158+293	152+281	35.89	11.34	18.12	18.99	33+65	4.65	-47.68	103.44	61.07	219 x 12			
	136 (76-77)	3	1	MBH 049-63 2 = 0*16 + 1*06	11.33	405	140	5.21	7.13		36.9	341	317	35.10	-35.82	23.78	44.81	109	4.61	-92.25	-870.78	56.95	159 x 9			
		10	1	MBH 049-63 1 = 1*13 + 0*03	2.86			7.30	7.01		3.9				17.79	-37.82	-7.02	-18.88		6.11	-125.75	-254.00	149.48	159 x 9		
	137 (77-234)	16	2	MBH 049-63 1 = 1*15 + 0*05	7.99	184	70	5.45	5.03		7.8	160	162	3.83	-2.78	-1.85	-2.43	21	1.79	0.56	-20.55	7.86	159 x 9			
	138 (77-237)	10	1	MBH 049-63 2 = 0*14 + 1*04	5.04	394	140	3.55	3.06		13.9	295	309	1.55	-24.79	-13.72	-21.44	77	2.48	44.49	89.70	68.91	159 x 9			
	139 (82-85)	5	2	MBH 049-63 5 = 1*11 + 2*01	0.95	126+2*2 42	70+2*14 0	1.15	1.50		30.8	84+2*15 7	71+2*13 1	99.29	10.87	65.27	67.02	56+2*11 2	-0.21	58.81	872.01	-39.23	76 x 4.5			
		17	1	MBH 049-63 2 = 0*13 + 1*03	2.86	322	140	1.73	2.78		60.8	237	186	80.72	13.92	51.49	67.13	152	-1.19	47.06	794.80	-58.26	76 x 4.5			
	140 (86-94)	9	1	MBH 049-63 1 = 1*11 + 0*01	0.95	126	70	0.63	0.89		41.6	80	60	58.75	11.81	19.32	38.61	85	-1.92	61.88	544.21	-141.18	76 x 4.5			
		15	2	MBH 049-63 1 = 1*12 + 0*02	1.93	158	70	1.10	1.50		36.1	138	131	8.19	11.83	7.21	26.23	46	-7.30	186.25	461.05	-132.42	76 x 4.5			
	150 (100-101)	4	2	MBH 049-63 3 = 1*17 + 1*07	15.32	203+373	70+140	15.79	22.16		40.4	167+301	152+272	-71.46	-14.47	43.68	46.28	52+103	8.00	885.08	880.38	54.85	325 x 16			
		10	2	MBH 049-63 4 = 0*18 + 2*08	20.10	2*413	2*140	25.67	32.62		27.1	2*324	2*299	-44.44	32.41	48.42	51.18	2*115	3.71	421.12	-527.38	25.87	325 x 16			
	151 (101-257)	2	2	MBH 049-63 1 = 1*16 + 0*06	11.33	216	70	18.10	21.25		17.4	160	150	-26.41	18.08	9.73	11.32	67	5.46	-20.86	-119.01	16.87	219 x 12			
	152 (101-102)	7	2	MBH 049-63 2 = 0*15 + 1*05	7.99	345	140	11.10	14.12		27.2	248	221	-0.18	22.03	26.48	26.39	124	1.29	-27.91	-46.14	11.32	325 x 16			

Примечание: Δ = 100(Рраб - Рхол) / Рраб

Примечание: нагрузки Рраб - на одну тугу (цепь), Рраб/Рхол/Рисп - на пружину

Примечание: пустая ячейка "DxS" означает, что опора подпирает не трубу/отвод/переход или расположена в узле

Нагрузка больше табличной

Δ превышает заданное изменение нагрузки при переходе из рабочего состояния в холодное

Недопустимая затяжка: Нсв - Нхол > 0,9λ.

#### Примечание.

1. Если  $\lambda_{уст} < 0$  или  $\lambda_{уст} > \lambda$  (графа 8), может потребоваться затяжка пружины в два этапа, что нежелательно. Чтобы выполнялась одноэтапная монтажная затяжка пружин, пользователь может:

- заменить пружину, например, с  $\lambda_{70}$  на  $\lambda_{140}$ ;
- увеличить число тяг, если условия компоновки позволяют;
- применить пружину с большей грузоподъемностью.

Если по условиям компоновки это невозможно, то:

- в случае положительного полного вертикального перемещение ХЗ (графа 18) и  $\lambda_{уст} > \lambda$ , принимается  $\lambda_{уст} = \lambda$  и на втором этапе затяжки длину тяги уменьшают;
- если полное вертикальное перемещение ХЗ (графа 18) отрицательно и  $\lambda_{уст} < 0$ , принимается  $\lambda_{уст} = 0$  и на втором этапе длину тяги подвески увеличивают.

### Нагрузки и перемещения в подвесках со спецпружинами

Таблица *Нагрузки и перемещения в подвесках со спецпружинами* предназначена для вывода информации по пружинным подвескам ВНИПИЭТ. В таблице выводятся характеристики пружинных подвесок (расширенный набор параметров по сравнению с таблицей *Характеристики специальных пружинных подвесок*), статические и сейсмические нагрузки на них и перемещения в точках крепления.

Таблица состоит из следующих граф: *Номер опоры, № участка/узла, № сечения, Кол-во цепей, Номер пружины, Структура цепи, Максимальная табличная нагрузка на цепь в рабочем и нерабочем состояниях, Высота одной пружины в структуре цепи Z в свободном состоянии, Максимальная осадка и затяжка пружины, Длина тяги, Статическая нагрузка на опору в рабочем и холодном состояниях, при испытаниях, Высота одной пружины в структуре цепи Z в рабочем и нерабочем состояниях, Перемещение видимое по осям X, Y, Z, Перемещение полное по оси Z, Удлинение тяги, Затяжка пружины в монтажном состоянии, Сейсмическая нагрузка по оси Z, Сейсмическое перемещение по оси X, Y, Z, Сортамент трубы.*

Таблица подробно описана в *Общем описании (приложении)*, П.5 [113].

Для таблицы *Нагрузки и перемещения в подвесках со спецпружинами* выводятся диагностические сообщения, аналогичные таковым для таблицы *Характеристики пружинных подвесок*.

№ опоры	№ участка узла	№ сечения	Кол-во цепей	Характеристики пружин								Статическое воздействие			Высота пружин, мм		Перемещение по осн, мм			Удлинение тяги, мм ΔL	Затяжка в монт. сост-ии, мм Δсост	Динамическое воздействие				D x S, мм		
				№ пружины	Структ. цепи Z	Ргаблвв, кН	Ргаблпол, кН	Нсв, мм	λмас, мм	λмас, мм	Длина тяги, мм L	Нагрузка на опору, кН			раб. сост., Нраб	хол. сост., Нхол	Видимое					Полное	Сейсмика					
												Рраб	Рхол	Рисп			X1	X2	X3				X3	Перемещение по осн, мм				
																								±P	±X1		±X2	±X3
САЭС 3 блок СПиР, САОР, опускные тр-ды																												
	80 (12-202)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.28		332.6	313.6	-22.17	24.71	12.22	12.50	6.8	45.9	8.71	10.9	53.9	26.4	325 x 16	
	81 (16-204)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.32		332.6	313.5	-22.33	21.46	12.35	12.59	6.8	46.0	8.65	10.9	53.8	26.2	325 x 16	
	82 (20-206)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.36		332.6	313.4	-22.49	18.22	12.47	12.69	6.8	46.1	8.59	10.8	53.8	26.0	325 x 16	
	83 (26-210)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.44		332.6	313.1	-22.81	11.74	12.73	12.85	6.8	46.3	8.49	10.7	53.5	25.7	325 x 16	
	84 (30-212)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.48		332.6	313.0	-22.97	8.50	12.85	12.93	6.8	46.3	8.45	10.7	53.4	25.6	325 x 16	
	85 (34-214)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.53		332.6	312.9	-23.13	5.26	12.98	13.03	6.8	46.4	8.42	10.7	53.1	25.5	325 x 16	
	86 (40-218)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.53		332.6	312.8	-23.14	-5.13	12.98	13.03	6.8	46.4	-9.04	8.3	50.4	-27.3	325 x 16	
	87 (44-220)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.49		332.6	313.0	-22.98	-8.37	12.86	12.94	6.8	46.3	-9.04	8.3	50.6	-27.3	325 x 16	
	88 (48-222)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.44		332.6	313.1	-22.82	-11.61	12.73	12.86	6.8	46.3	-9.02	8.3	50.7	-27.3	325 x 16	
	89 (54-226)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.36		332.6	313.4	-22.50	-18.09	12.47	12.70	6.8	46.1	8.99	8.3	50.8	27.2	325 x 16	
	90 (58-228)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.32		332.6	313.5	-22.34	-21.33	12.35	12.60	6.8	46.0	9.01	8.3	50.8	27.2	325 x 16	
	91 (62-230)	12	2	IV	1	20.59	23.14	366.0	138.0	140.0	1963.0	9.94	6.28		332.6	313.6	-22.18	-24.58	12.22	12.51	6.8	45.9	9.01	8.4	50.9	27.3	325 x 16	
	92 (11-203)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.18		262.4	251.7	-24.87	27.89	3.90	4.59	6.9	38.1	12.75	14.2	72.6	22.2	325 x 16	
	93 (15-205)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.19		262.4	251.7	-24.86	23.90	3.91	4.55	6.9	38.1	12.83	14.0	72.6	22.3	325 x 16	
	94 (19-207)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.19		262.4	251.7	-24.85	19.92	3.91	4.51	6.9	38.1	12.87	13.7	72.5	22.4	325 x 16	
	95 (25-211)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.20		262.4	251.6	-24.81	11.95	3.93	4.41	6.9	38.0	12.96	13.4	72.3	22.6	325 x 16	
	96 (29-213)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.21		262.4	251.6	-24.80	7.97	3.94	4.35	6.9	37.9	12.99	13.3	72.1	22.6	325 x 16	
	97 (33-215)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.21		262.4	251.6	-24.78	3.99	3.95	4.31	6.9	37.9	12.97	13.1	71.9	22.6	325 x 16	
	98 (39-219)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.21		262.4	251.6	-24.78	-3.97	3.95	4.31	6.9	37.9	12.98	12.9	72.0	22.6	325 x 16	
	99 (43-221)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.21		262.4	251.6	-24.80	-7.95	3.94	4.35	6.9	37.9	13.02	12.9	72.3	22.7	325 x 16	
	100 (47-223)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.20		262.4	251.6	-24.82	-11.93	3.93	4.41	6.9	38.0	13.00	12.8	72.5	22.6	325 x 16	
	101 (53-227)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.19		262.4	251.7	-24.86	-19.89	3.92	4.51	6.9	38.1	12.94	12.8	72.7	22.5	325 x 16	
	102 (57-229)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.19		262.4	251.7	-24.87	-23.88	3.91	4.54	6.9	38.1	12.91	12.8	72.8	22.5	325 x 16	
	103 (61-231)	16	2	III	1	16.67	23.54	296.0	65.0	82.0	1993.0	17.34	6.18		262.4	251.7	-24.89	-27.86	3.90	4.59	6.9	38.1	12.85	12.8	72.8	22.4	325 x 16	

## Нагрузки на патрубки арматуры

Таблица *Нагрузки на патрубки арматуры* содержит нагрузки (силы и моменты) в локальной системе координат на патрубки арматуры, от статического (в рабочем, холодном состояниях и в рабочем состоянии только от веса и давления) и динамического воздействий (сейсмика, максимальные значения). Для каждой арматуры данные выводятся в двух строках, соответствующих начальному и конечному сечению арматуры.

Таблица состоит из следующих граф: *Обозначение арматуры, № участка/узла, № сечения, Статическое воздействие: рабочее состояние, холодное состояние, испытания; Динамическое воздействие: сейсмика, Наружный диаметр (D) и толщина стенки трубы (S)*

Подробное описание граф таблицы приведено в таблице:

№ графы	Название графы	Обозначение	Комментарий
1	Обозначение арматуры		Маркеры сечений патрубков арматуры
2	№ участка		Номер участка на котором расположена арматура
3	№ сечения		Строки с номерами сечений патрубков арматуры
5	Статическое воздействие. Рабочее состояние	$Q_x/M_x$	Нагрузки на патрубки (силы и моменты) в рабочем состоянии (этап 2)
6		$Q_y/M_y$	
7		$Q_z/M_z$	
8	Статическое воздействие. Холодное состояние	$Q_x/M_x$	Нагрузки на патрубки (силы и моменты) в нерабочем состоянии (этап 4)
9		$Q_y/M_y$	
10		$Q_z/M_z$	
11	Статическое воздействие. Испытания	$Q_x/M_x$	Нагрузки на патрубки (силы и моменты) в рабочем состоянии (этап 1 – от веса и давления)
12		$Q_y/M_y$	
13		$Q_z/M_z$	
14	Динамическое воздействие. Сейсмические	$\pm Q_x/\pm M_x$	Максимальные нагрузки на патрубки (силы и моменты) от сейсмических воздействий
15		$\pm Q_y/\pm M_y$	
16		$\pm Q_z/\pm M_z$	
17	D x S, мм		Наружный диаметр и толщина стенки примыкающих к арматуре деталей или пустое поле, если к арматуре примыкают такие элементы трубопровода, как кольцевое сечение, арматура, компенсатор, жёсткий элемент

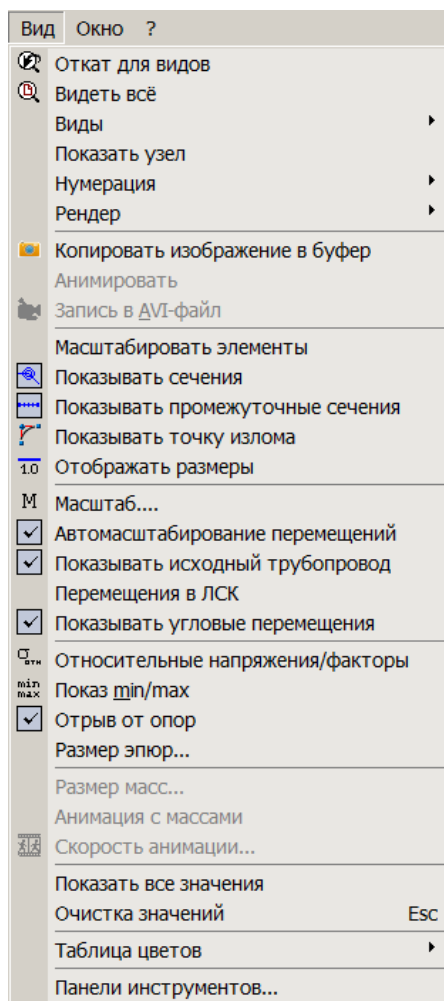
Примечание.

1. Нагрузки на патрубки выводятся в локальной системе координат
2. Сейсмические нагрузки знакопеременные, поэтому в столбце *Обозначения* указан знак  $\pm$ .



Обозначение арматуры	№ участка	№ детали (арматура)	Статическое воздействие									Динамическое воздействие			D x S, мм
			Рабочее состояние			Холодное состояние			Вес и давление в рабочем состоянии			Сейсмические			
			Сила, кН Момент, кН*м			Сила, кН Момент, кН*м			Сила, кН Момент, кН*м			Сила, кН Момент, кН*м			
			Qx'	Qy'	Qz'	Qx'	Qy'	Qz'	Qx'	Qy'	Qz'	±Qx'	±Qy'	±Qz'	
			Mx'	My'	Mz'	Mx'	My'	Mz'	Mx'	My'	Mz'	±Mx'	±My'	±Mz'	
Трубоводная система (тест) Всего поемного															
Арматура	1 (1-2)	2	0.07 -1.9	-1.73 -1.1	-3.84 -0.3	0.87 -1.7	-1.89 0.4	-0.02 -0.1	-0.07 -1.7	-1.91 0.1	0.18 -0.1				108 x 7
		3	0.07 -1.7	3.77 -1.1	-3.84 -0.3	0.87 -1.5	3.61 0.2	-0.02 -0.1	-0.07 -1.5	3.59 0.1	0.18 -0.1				108 x 7
	6 (8-9)	6	-0.00 0.0	0.00 0.3	-3.46 -0.0	-0.00 -0.0	0.00 0.3	-3.46 -0.0	-0.00 0.0	-0.00 0.3	-3.46 0.0				108 x 7
		8	-0.00 0.0	0.00 0.0	-0.16 -0.0	-0.00 -0.0	0.00 -0.0	-0.16 -0.0	-0.00 -0.0	-0.00 -0.0	-0.16 0.0				108 x 7
	22 (2-5)	3	0.09 0.1	-0.96 0.0	-0.37 -0.1	-0.00 0.1	-0.99 -0.0	-0.00 -0.1	0.00 0.1	-0.98 -0.0	-0.00 -0.1				50 x 7
		5	0.00 0.0	-0.04 0.0	-0.00 0.0	-0.00 0.0	-0.04 0.0	0.00 0.0	-0.00 0.0	-0.04 -0.0	0.00 0.0				50 x 7

## Меню Вид



Данное меню появляется при выборе пункта Вид в главном меню **ПК АСТРА-НОВА’2021**.

<a href="#"><u>Откат для видов</u></a>	Возвращение к предыдущему виду
<a href="#"><u>Видеть всё</u></a>	Просмотр полного изображения расчетной модели трубопроводной системы
<a href="#"><u>Виды</u></a>	Виды трубопровода с различных ракурсов
<a href="#"><u>Показать узел</u></a>	Показ искомого узла
<a href="#"><u>Нумерация</u></a>	Выбор режима нумерации
<a href="#"><u>Рендер</u></a>	Выбор графического представления трубопровода
<a href="#"><u>Копировать изображение в буфер</u></a>	Копирование изображения на экране в буфер для возможности дальнейшего использования (например, в MS Word)
<a href="#"><u>Анимировать</u></a>	Анимационное представление результатов расчёта
<a href="#"><u>Запись в AVI-файл</u></a>	Запись анимации в видеофайл
<a href="#"><u>Масштабировать элементы</u></a>	Более наглядное изображения ниточной модели трубопровода
<a href="#"><u>Показывать сечения</u></a>	При выборе данного пункта на визуализированной модели каждое сечение отмечается точкой
<a href="#"><u>Показывать промежуточные сечения</u></a>	При выборе данного пункта на визуализированной модели каждое промежуточное сечение детали, заданное смещением, отмечается точкой
<a href="#"><u>Показывать точку излома</u></a>	Показ точек излома в местах вставки отводов (гибов)
<a href="#"><u>Отображать размеры</u></a>	Показ расстояний между сечениями
<a href="#"><u>Масштаб...</u></a>	Выбор коэффициента масштабирования деформированной схемы трубопровода
<a href="#"><u>Автомасштабирование перемещений</u></a>	Выбор способа (автоматически или вручную) определения масштаба при визуализации результатов
<a href="#"><u>Показывать исходный трубопровод</u></a>	Результаты на деформированной схеме визуализируются совместно с исходной схемой или без неё
<a href="#"><u>Перемещения в ЛСК</u></a>	Выбор режима визуализации перемещений – в ЛСК или ГСК
<a href="#"><u>Показывать угловые перемещения</u></a>	Выбор режима показа значений угловых перемещений при визуализации деформированной схемы
<a href="#"><u>Относительные напряжения/факторы</u></a>	Показ относительных напряжений/факторов (отношение расчетных напряжений (деформаций, усилий, кол-ва циклов) к допускаемым)
<a href="#"><u>Показ min/max</u></a>	Показ максимального и минимального визуализируемого результата
<a href="#"><u>Отрыв от опор</u></a>	При визуализации перемещений в виде деформированной схемы, в случае отрыва трубопровода от опоры или действию на опору вертикальной нагрузки в сторону положительного направления оси Z ГСК, опора изображается красным цветом.
<a href="#"><u>Размер эпюр...</u></a>	Регулировка размера эпюр при визуализации результатов
<a href="#"><u>Размер масс...</u></a>	Регулировка размера (диаметра) изображаемых масс.

<a href="#"><u>Анимация с массами</u></a>	При анимации форм колебаний (меню <a href="#"><u>Результаты</u></a> ) трехмерная модель заменяется ниточной моделью с размещенными на ней массами.
<a href="#"><u>Скорость анимации...</u></a>	Регулировка скорости анимации, (разные окна можно смотреть с разными скоростями).
<a href="#"><u>Показать все значения</u></a>	Просмотр числовых значений результатов во всех расчетных сечениях модели
<a href="#"><u>Очистка значений</u></a>	Для отмены просмотра числовых значений результатов в выделенных расчетных сечениях расчетной схемы предназначен пункт Очистка значений
<a href="#"><u>Таблица цветов</u></a>	Настройка цветовой палитры шкалы при визуализации исходных данных и результатов расчёта
<a href="#"><u>Панели инструментов...</u></a>	См. <a href="#"><u>Панели инструментов...</u></a>

## Откат для видов

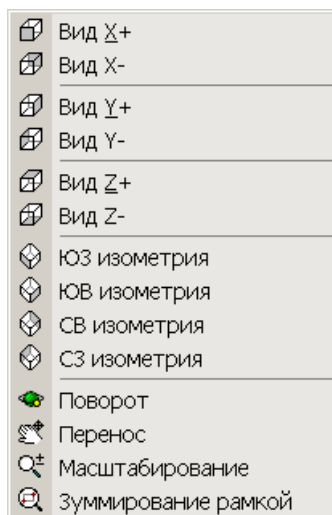
Возвращение к предыдущему виду (глубина буфера – 10).

## Видеть все

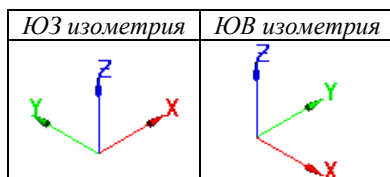
Просмотр полного изображения расчетной модели трубопроводной системы.

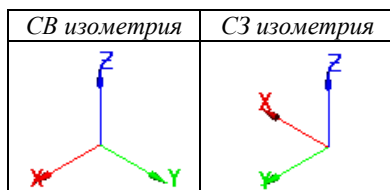
## Виды


Виды трубопровода с положительных и отрицательных направлений осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и его изометрия.





- Вид X+ – вид со стороны положительного направления оси X ГСК;
- Вид X- – вид со стороны отрицательного направления оси X ГСК;
- Вид Y+ – вид со стороны положительного направления оси Y ГСК;
- Вид Y- – вид со стороны отрицательного направления оси Y ГСК;
- Вид Z+ – вид со стороны положительного направления оси Z ГСК;
- Вид Z- – вид со стороны отрицательного направления оси Z ГСК;
- *Изометрия:*





- *Поворот* – интерактивное вращение изображения при помощи мыши (курсор приобретает вид . Чтобы выйти из режима, необходимо отжать кнопку).

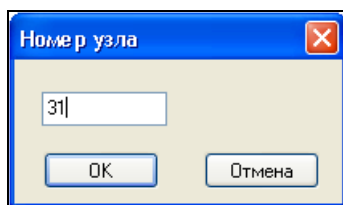
- *Перенос* – перенос изображения при помощи мыши (курсор приобретает вид . Чтобы выйти из режима, необходимо отжать кнопку).

- *Масштабирование* – масштабирование изображения при помощи мыши (курсор приобретает вид лупы , движение по диагонали слева-снизу в направлении вправо-верх – увеличивает изображение, а в противоположном – уменьшает. Чтобы выйти из режима, необходимо отжать кнопку).

Масштабирование также можно осуществлять с помощью колесика мышки.

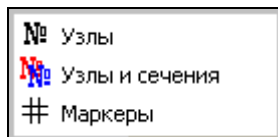
- *Зуммирование рамкой* – зуммирование изображения при помощи мыши. Зуммирование определенной прямоугольной области удобно выполнять, указывая два противоположных угла этой области. Нижний левый угол заданной области становится нижним левым углом вида. Другой указанный угол может не совпадать с углом нового вида, так как вид приобретает такие размеры, чтобы точно покрывать область видового экрана.

## Показать узел



Для быстрого поиска нужного узла в расчетной модели необходимо задать в окне его номер и нажать *ОК*. После чего этот узел будет отмечен на модели белой объемной стрелкой. При этом все сходящиеся в этом узле участки будут изображены в границах графического окна.

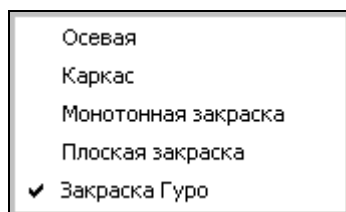
## Нумерация



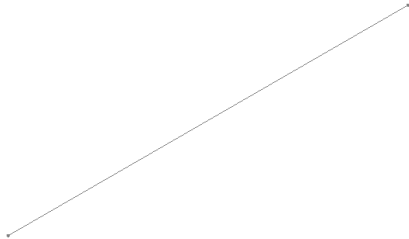
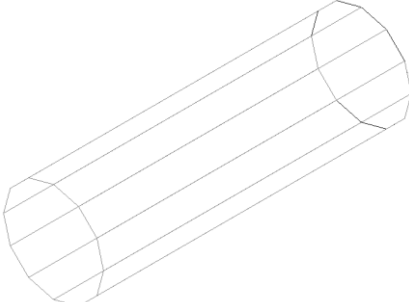
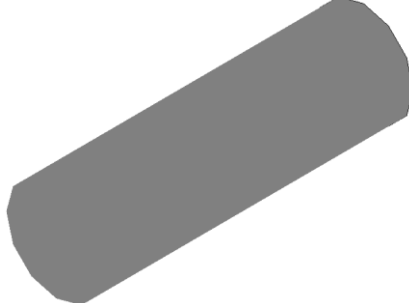
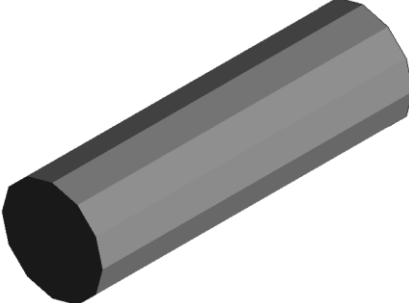
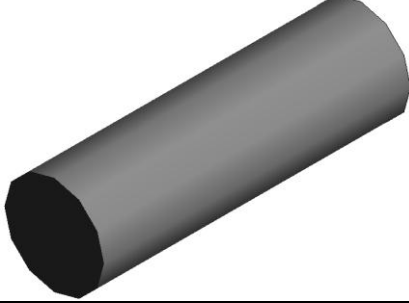
При визуализации расчетной модели или результатов расчета возможен выбор режима нумерации: показ номеров узлов или номеров узлов и номеров сечений, показ маркеров. Размеры шрифтов регулируются с помощью закладки *Шрифты* пункта [Настройки](#) меню *Файл*. См. также панели инструментов [Нумерация](#).

## Рендер

Для удобства пользователя можно выбрать способ графического представления трубопровода, указав один из следующих вариантов:



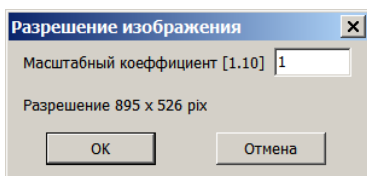
Ниже представлены примеры отображения модели при переключении видов рендера

Осевая	Каркас
	
Монотонная закрашка	Плоская закрашка
	
Закраска Гуро	
	

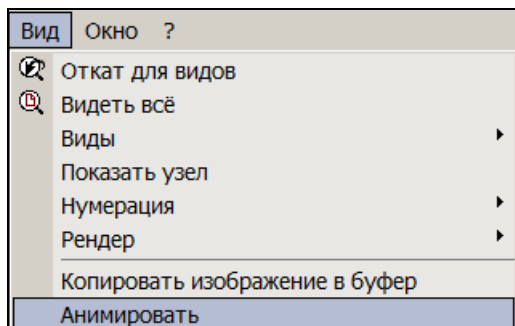


## Копировать изображение в буфер

Изображение на экране копируется в буфер для возможности дальнейшего использования (например, в MS Word). Для улучшения качества (разрешения) скопированного изображения в появившемся диалоге *Разрешение изображения* следует ввести масштабный коэффициент больше единицы.

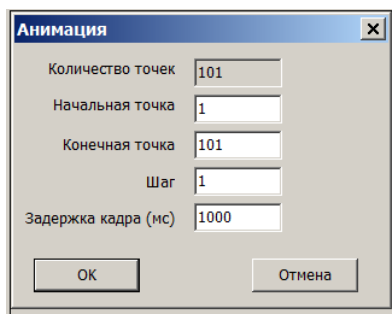


## Анимировать



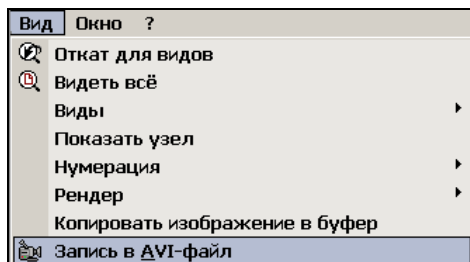
Данный пункт предназначен для анимации сейсмических и динамических перемещений, усилий, напряжений, нагрузок на опоры и оборудование. Пункт становится активным при визуализации перемещений, усилий, напряжений, нагрузок на опоры и оборудование.

В окне *Анимация* можно определить следующие параметры.



- *Количество точек* – максимально возможное количество кадров при анимации, равное числу табличных значений динамического (сейсмического) воздействия.
- *Начальная точка* – номер первого отображаемого при анимации кадра.
- *Конечная точка* – номер последнего отображаемого при анимации кадра.
- *Шаг* – шаг анимации, заданный числом кадров.
- *Задержка кадра (мс)* – время отображения на экране каждого кадра в процессе анимации.

## Запись в AVI-файл



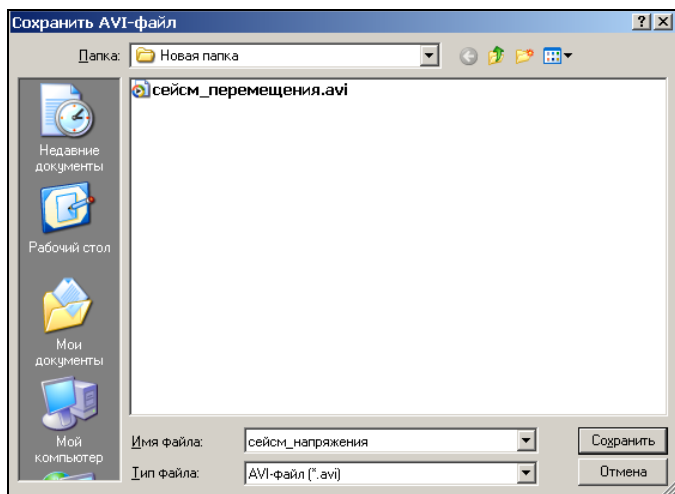
Данный пункт предназначен для записи в видео файл AVI-формата (Audio-Visual Interleave) для последующего воспроизведения с помощью программ-видеопроекторов следующих результатов.

- форм собственных колебаний;
- сейсмических перемещений, усилий, напряжений, нагрузок на опоры;
- динамических перемещений, усилий, напряжений, нагрузок на опоры.

Данный пункт становится активным:


- В режиме анимации собственных форм колебаний;
- При визуализации сейсмических или динамических перемещений, усилий или напряжений.

После выбора пункта на экран выводится панель *Сохранить AVI-файл* для указания имени файла.



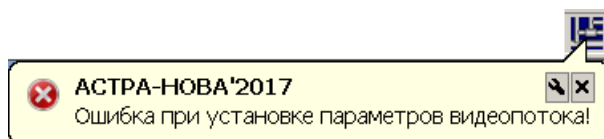
Рекомендуется использовать один из предлагаемых системой Windows режимов сжатия (кодек).

При записи сейсмических и динамических перемещений, усилий, напряжений, нагрузок на опоры появляется окно *Анимация*. Описание настроек этого окна см. пункт [Анимировать](#) меню *Вид*.

При успешной записи ролика выводится всплывающее сообщение в системной области уведомлений (значок АСТРА-НОВА  на панели инструментов “systray”) программы



В случае ошибки при записи видео выдаётся сообщение



См. также [Меню Результаты](#).

## Масштабировать элементы

Пункт предназначен для более наглядного изображения ниточной модели трубопровода. В случае выбора опции *Масштабировать элементы* условные обозначения элементов (опор, тройников, компенсаторов и др.) отрисовываются на схеме пропорционально диаметру трубы, иначе условные обозначения элементов имеют фиксированный размер (не меняется при масштабировании изображения схемы).

## Показывать сечения

Данный пункт предназначен для включения/отключения показа сечений точкой при осевой визуализации модели, и границ деталей при объёмной. Эту опцию удобно отключать, если необходимо посмотреть только осевую линию всех участков схемы (например, для схематичного рисунка в отчет). Опцию подключают, чтобы увидеть точное расположение всех явно заданных расчетных сечений схемы

## Показывать промежуточные сечения

С помощью этого пункта можно включить / отключить показ смещений (промежуточных сечений) точкой при осевой визуализации модели. При отключённом режиме длины деталей показываются без учёта промежуточных сечений. Нумерация скрытых сечений также скрывается.

## Показывать точку излома

Данный пункт предназначен для отображения точек излома в местах вставки отводов при осевой визуализации модели. При включённом режиме длины деталей показываются с учётом точек излома (до точки излома).

## Отображать размеры

На изображении трубопровода выводятся линейные расстояния между соседними сечениями. Эти расстояния отображаются в единицах измерения геометрии (см. меню *Файл*, пункт [Настройки](#) закладка *Единицы измерения*). Шрифт для отображения размеров заказывается в меню *Файл*, пункт [Настройки](#), закладка *Шрифты*.

Размер детали перед отводом показывается реальной длины, а не до точки излома при отключённой опции [Показывать точку излома](#). Размер деталей при отключённой опции [Показывать промежуточные сечения](#) показывается без учёта смещений.

**Обратите внимание:** Если при активном пункте *Отображать размеры*, расстояния между соседними сечениями не видны, необходимо увеличить масштаб изображения с помощью зуммирования (см. панель инструментов [Вид](#)).

## Масштаб...



Служит для улучшения наглядности полученных результатов.

Коэффициент масштабирования – действительное, положительное число. При задании коэффициента масштабирования больше единицы, масштаб деформированной схемы увеличивается по сравнению с реальным, если коэффициент масштабирования меньше единицы, то уменьшается.

## Автомасштабирование перемещений

В случае заказа этой опции масштаб деформированной схемы определяется автоматически при визуализации очередного результата. При отказе от этой опции сохраняется ранее действующий масштаб.

## Показывать исходный трубопровод

Результаты на деформированной схеме визуализируются совместно с исходной схемой или без неё.

При этом значения визуализируемых результатов можно просматривать на линии деформированного трубопровода.

## Перемещения в ЛСК

Если пункт отмечен флажком, то значения перемещений показываются в выбранной пользователем локальной системе координат. Для выбора нужной ЛСК воспользуйтесь меню *Файл*, пункт [Настройки](#), закладка *ПОСТ*, пункт *Локальная СК как в РТМ 108.020.01–75*.

## Показывать угловые перемещения

В дополнение к визуализации значений линейных перемещений (см. меню [Результаты](#)) выводятся значения угловых перемещений выбранного сечения. Значения перемещений выводятся в заказанных пользователем единицах измерения. Настроить единицы измерения для вывода результатов расчета можно с помощью закладки *Единицы изм.* пункта [Настройки](#) меню *Файл*.

## Относительные напряжения/факторы

Переключение между режимами показа расчетных напряжений/факторов, визуализация расчётного параметра или отношения расчётного параметра к допускаемому. По последней величине можно судить о соблюдении критериев (прочности, устойчивости и др).

- *Расчетные напряжения/факторы* – выводятся значения напряжений в МПа ( $\text{кг/см}^2$ ,  $\text{т/м}^2$ ) или иных факторов (оценок дополнительных нагрузок, общей устойчивости (кН, кгс, тс), местной устойчивости, напряжения в изоляции МПа ( $\text{кг/см}^2$ ,  $\text{т/м}^2$ ), количества циклов) по этапам расчета в соответствии с используемой отраслевой ветвью и нормативным документом. Кнопка отжата;

- *Относительные напряжения/факторы* – выводится отношение расчетного напряжения/фактора к допускаемому для данного сечения в соответствии с используемой отраслевой ветвью и нормативным документом. Кнопка нажата.

При нажатии кнопки  $\sigma_{\text{отн}}$  (Относительные напряжения/факторы) активизируются кнопки цветовой градации относительных напряжений/факторов [Два цвета](#), [Три цвета](#) и [Много цветов](#) в пункте [Таблица цветов](#), см. пункт [Таблица цветов](#) меню *Вид* или панель инструментов [Постпроцессор](#). В режиме *Много цветов* показывается полная палитра цветов с автоматическим разделением на диапазоны, в режиме *Три цвета* – меньше 0,8 – зелёный; от 0,8 до 1 – жёлтый; от 1 и выше – красный, в режиме *Два цвета* – меньше 1 – зелёный; от 1 и выше – красный

<i>Много цветов</i>	<i>Три цвета</i>	<i>Два цвета</i>
---------------------	------------------	------------------



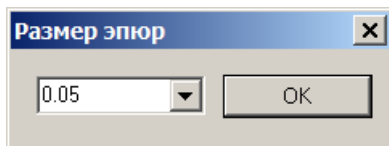
## Показ min/max

При визуализации результатов указываются стрелкой точки с их максимальным и минимальным значением.

## Отрыв от опор

При визуализации перемещений (только деформированная схема, без изополей и эпюр) в случае отрыва трубопровода от опоры или действия вертикальной нагрузки на опору в сторону положительного направления оси **Z** ГСК, соответствующая опора изображается красным цветом. Такая диагностика выдаётся для следующих типов опор: опора скольжения, направляющая опора, жёсткая подвеска, пружинная подвеска и опора, опора общего вида при визуализации перемещений, соответствующих состояниям: рабочему, холодному, испытаний.

## Размер эпюр...



При визуализации расчётных параметров в виде эпюр первоначально размер эпюр определяется автоматически. В случае необходимости его можно изменить.

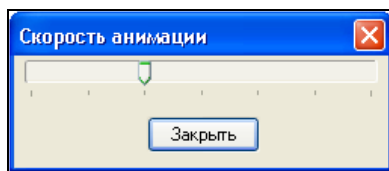
## Размер масс...

Регулировка размера (диаметра) изображаемых масс.

## Анимация с массами

При анимации собственных форм колебаний (меню [Результаты](#)) трехмерная модель заменяется ниточной моделью с размещёнными на ней массами.

## Скорость анимации...



“Движком” регулируется скорость анимации форм собственных колебаний модели, замедляя или ускоряя ее (разные окна можно смотреть с разными скоростями).

### Показать все значения

Для просмотра числовых значений результатов во всех расчетных сечениях модели предназначен пункт *Показать все значения*.

### Очистка значений

Для отмены просмотра числовых значений результатов на экране предназначен пункт *Очистка значений*.

### Таблица цветов

Пункт служит для настройки цветовой шкалы при визуализации исходных данных и результатов.

### Два цвета

В режиме *Два цвета* показывается шкала из двух цветов, в зависимости от величины визуализируемых относительных напряжений/факторов: меньше 1 – зелёный; от 1 и выше – красный.

Пункт активен при активном пункте [Относительные напряжения/факторы](#), (см. подменю [Относительные напряжения/факторы](#) меню Вид или панель инструментов [Постпроцессор](#)).

### Три цвета

В режиме *Три цвета* показывается шкала из трёх цветов, в зависимости от величины визуализируемых относительных напряжений/факторов: меньше 0,8 – зелёный; от 0,8 до 1 – жёлтый; от 1 и выше – красный.

Пункт активен при активном пункте [Относительные напряжения/факторы](#), (см. подменю [Относительные напряжения/факторы](#) меню Вид или панель инструментов [Постпроцессор](#)).



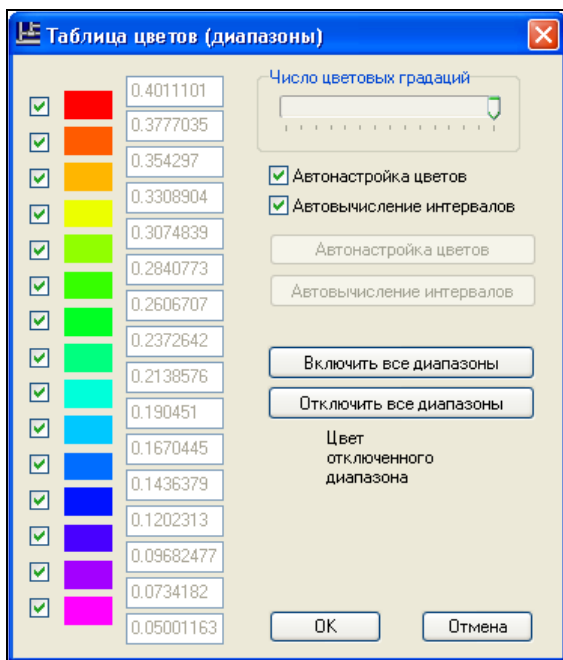
## Много цветов

В режиме *Много цветов* показывается полная палитра цветовой шкалы для визуализируемых относительных напряжений/факторов.

Пункт активен при активном пункте [Относительные напряжения/факторы](#), (см. подменю [Относительные напряжения/факторы](#) меню Вид или панель инструментов [Постпроцессор](#)).

## Настройка таблицы цветов...

При цветовой визуализации исходных данных или результатов расчёта возможно настраивать таблицу цветов.



- *Число цветовых градаций* – от 2 до 16.

При наличии флажка *Автонастройка цветов* цвета интервалов отображаемой величины вычисляются автоматически по спектру (от фиолетового до красного цвета). При отсутствии этого флага, Вы можете настроить цвета интервалов по своему усмотрению, нажимая левой клавишей мыши на соответствующем интервалу цвете. При этом, также, становится активной кнопка *Автонастройка цветов*, которая используется для автонастройки цветов пользователем.

При наличии флага *Автовычисление интервалов* интервалы формируются автоматически делением интервала от минимального до максимального значения на заданное число цветовых градаций. При отсутствии этого флага, Вы можете сами

задать внутренние границы интервалов. При этом, также, становится активной кнопка *Автонастройка интервалов*, которая используется для автонастройки интервалов пользователем.

Вы можете по выбору включать или выключать диапазоны при помощи флажков, а также кнопок *Включить все диапазоны* и *Отключить все диапазоны*.

Для настройки цвета отключенного диапазона дважды нажмите левой клавишей мыши на соответствующем цвете.

## Панели инструментов...



Список команд из меню частично дублирован пиктографическими панелями инструментов.

Панели инструментов содержат кнопки и списки, которые служат для вызова команд. Между кнопок может находиться разделитель в виде линии. Если на одну из кнопок панели навести мышь, то на экране появляется всплывающая подсказка с именем указанной кнопки. Списки, предоставляющие возможность выбора из нескольких подпунктов, содержат в правой части кнопку с изображением треугольника ▾. Для открытия списка нажмите на эту кнопку, после чего выберите (выделите) необходимый подпункт.

Чтобы закрыть содержимое списка, нажмите левой клавишей мыши вне поля списка.

**АСТРА-НОВА** первоначально выводит на экран следующие панели инструментов:

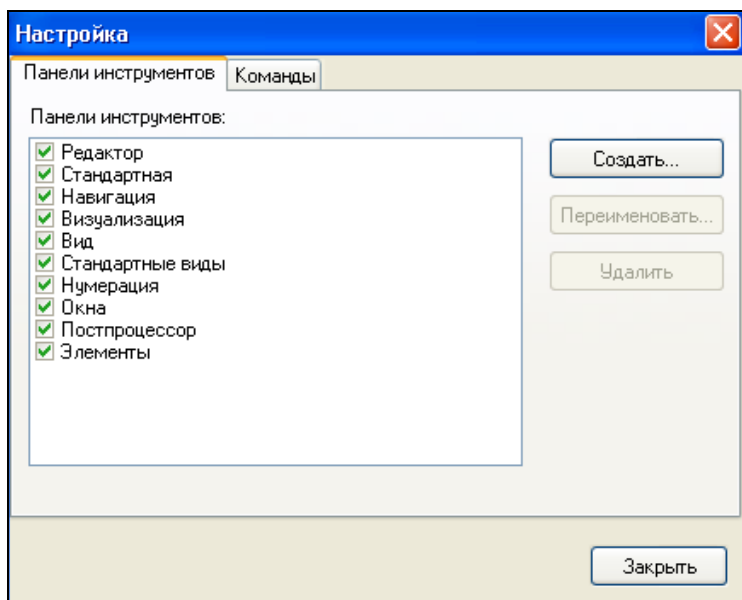
- *Редактор*
- *Стандартная*
- *Навигация*
- *Визуализация*
- *Вид*
- *Стандартные виды*
- *Нумерация*
- *Окна*
- *Постпроцессор*
- *Элементы*

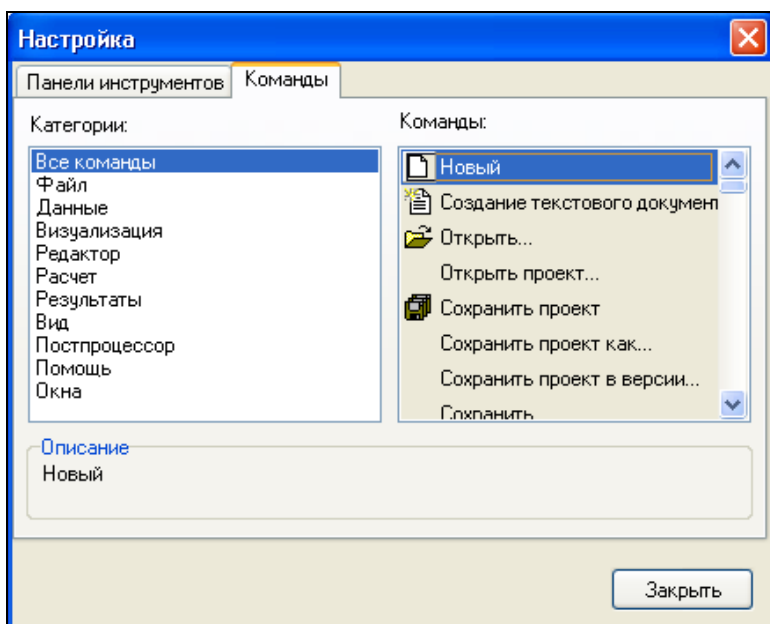
Пользователь может отображать или скрывать эти панели инструментов.

Панель может быть *плавающей* и *закрепленной*. Плавающая панель представляет собой диалоговое окно небольшого размера. Пользователь может перемещать его в пределах области графического окна, изменять размеры, а также закрепить у края экрана. Закрепленные панели примыкают к одному из краев области графического окна. Закрепленную панель можно перетаскивать в другие области закрепления.

## Настройка панелей инструментов

Настроить панели инструментов можно с помощью пункта [Панели инструментов...](#) меню *Вид*.





**Для включения панели:**

- выбрать из меню *Вид* пункт *Панели инструментов*;
- в диалоговом окне *Панели инструментов* отметить имя панели, которую необходимо включить;
- нажать кнопку *Закрыть*.

**Для закрепления панели:**

- разместить курсор на заголовке панели или в любом свободном от кнопок месте. Нажать и удерживать в таком состоянии кнопку устройства указания;
- перетащить панель в одну из зон закрепления вверх окна или у любого края области графического окна;
- когда контур панели появится в зоне закрепления, отпустить кнопку.

**Для открепления/перемещения панели:**

- разместить курсор на двойной засечке на краю панели. Нажать и удерживать в таком состоянии кнопку устройства указания;
- перетащить панель из места закрепления (при перемещении – в другую область зоны закрепления), затем отпустить кнопку.

**Для изменения размеров панели:**

- разместить курсор на краю плавающей панели таким образом, чтобы курсор принял форму горизонтальной или вертикальной двойной стрелки.
- удерживать нажатой кнопку устройства указания и перемещать курсор, пока панель не примет желаемые размеры.

**Для отключения панели:**

- если панель закреплена, то открепить ее;
- нажать кнопку *Закрыть* в верхнем правом углу панели.

**Создание панели инструментов пользователя:**

При необходимости, пользователь может создавать собственную панель инструментов:

- выбрать из меню *Вид* пункт *Панели инструментов*;
- в диалоговом окне *Панели инструментов* нажать кнопку ***Создать***;
- в появившемся окне *Создание панели инструментов* дать имя создаваемой панели (по умолчанию название создаваемой панели инструментов – *Настраиваемая1*) и нажать кнопку ***ОК***;

**Добавление/удаление кнопок на/с панели инструментов:**

- открыть вкладку *Команды*;
- в поле *Категории* выбрать необходимую категорию;
- для добавления кнопки необходимо перетащить, удерживая левую клавишу мыши, нужную кнопку из списка *Команды* на панель инструментов;
- для удаления кнопки необходимо перетащить, удерживая левую клавишу мыши, лишнюю кнопку с панели инструментов в список *Команды*;
- нажать кнопку ***Заккрыть***.
- для удаления лишней команды с панели необходимо перетащить, удерживая левую клавишу мыши, нужную команду из списка *Команды* на созданную панель инструментов;

**Добавление/удаление разделителя на панели инструментов:**

- Для вставки разделителя между двумя кнопками необходимо отодвинуть при помощи мыши одну кнопку от другой.
- Для удаления разделителя между двумя кнопками необходимо придвинуть при помощи мыши одну кнопку к другой.

При необходимости созданную панель инструментов можно переименовать или удалить с помощью кнопок ***Переименовать*** и ***Удалить*** соответственно. Настройка созданных панелей инструментов пользователя осуществляется аналогично стандартным панелям, см. [Настройка панелей инструментов](#).

## Редактор

По умолчанию панель *Редактор* имеет вид



	<a href="#">Добавить участок</a>		<a href="#">Удалить узел</a>
	<a href="#">Удалить участок</a>		<a href="#">Удалить сечение</a>
	<a href="#">Труба</a>		<a href="#">Переместить сечение</a>
	<a href="#">Вставить отвод</a>		<a href="#">Удалить деталь</a>
	<a href="#">Вставить тройник</a>		<a href="#">Копировать свойства</a>
	<a href="#">Добавить смещение</a>		<a href="#">Отменить</a>
	<a href="#">Разделить деталь</a>		<a href="#">Повторить</a>
	<a href="#">Вставить узел</a>		

См. также меню [Редактор](#).

## Стандартная

По умолчанию панель *Стандартная* имеет вид

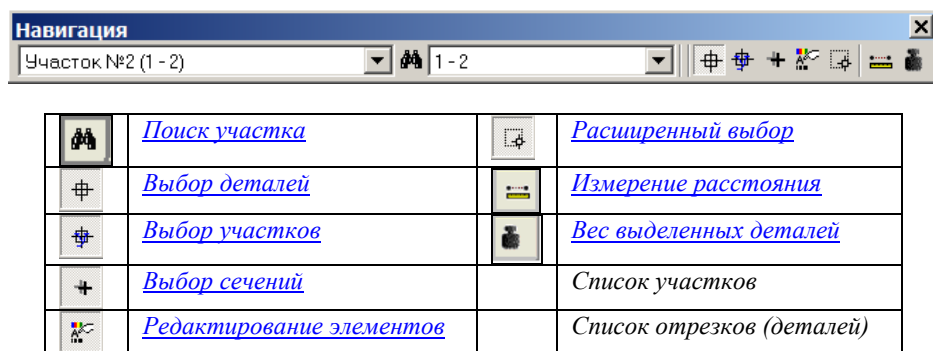


	<a href="#">Новый</a>		<a href="#">Сообщения</a>
	<a href="#">Открыть проект</a>		<a href="#">Фрагментация</a>
	<a href="#">Сохранить проект</a>		<a href="#">Компоненты</a>
	<a href="#">Панель ввода</a>		<a href="#">Системный калькулятор</a>

- *Панель ввода* – открывает/закрывает панель ввода
  - *Сообщения* – позволяет открыть или закрыть окно *Сообщения*.
- См. также меню [Файл](#).

## Навигация

По умолчанию панель *Навигация* имеет вид



Панель *Навигация* позволяет выбрать участок (-и)/деталь (-ли)/сечение (-я) для задания или редактирования его параметров. Выбранный участок (-и)/деталь (-ли)/сечение (-я) считается активным (-и).

- *Список участков* – выбор активного участка из списка всех участков схемы. Если указано, что *Участок не выбран*, то в данный момент активных участков в схеме нет. Если в *Списке участков* пустое поле, то выбраны несколько участков или несколько деталей разных участков. Номера участков, все детали которых скрыты (см. пункт [Фрагментация](#), меню *Редактор*), в списке отображаются серым цветом и недоступны для выбора

<div>▼</div> Участок не выбран Участок №1 (3 - 4) Участок №2 (3 - 5) Участок №3 (5 - 6) Участок №4 (6 - 7) Участок №5 (7 - 8) Участок №6 (3 - 9) Участок №7 (9 - 10) Участок №8 (9 - 11) Участок №9 (11 - 12) Участок №10 (10 - 11) Участок №11 (10 - 13) Участок №12 (13 - 14) Участок №13 (14 - 15) Участок №14 (14 - 16) Участок №15 (16 - 17) Участок №16 (17 - 18) Участок №17 (16 - 19) Участок №18 (5 - 20) Участок №19 (4 - 21)	<div>Участок №6 (3 - 9) ▼</div> Участок не выбран Участок №1 (3 - 4) Участок №2 (3 - 5) Участок №3 (5 - 6) Участок №4 (6 - 7) Участок №5 (7 - 8) <b>Участок №6 (3 - 9)</b> Участок №7 (9 - 10) Участок №8 (9 - 11) Участок №9 (11 - 12) Участок №10 (10 - 11) Участок №11 (10 - 13) Участок №12 (13 - 14) Участок №13 (14 - 15) Участок №14 (14 - 16) Участок №15 (16 - 17) Участок №16 (17 - 18) Участок №17 (16 - 19) Участок №18 (5 - 20) Участок №19 (4 - 21)
--	--

• *Список отрезков (деталей)* – выбор активной детали из списка всех деталей участка. Каждая деталь в списке обозначается номером сечения начала и конца. Если отрезок является отводом, к номерам начала и конца добавляется в скобках слово «отвод». Остальные отрезки дополнительно не маркируются. Если в *Списке отрезков (деталей)* пустое поле, то выбрано несколько деталей, либо ни один участок в *Списке участков* не выбран. Если не выбран ни один участок в *Списке участков*, то *Список отрезков (деталей)* недоступен. Если некоторые детали скрыты (см. пункт [Фрагментация](#), меню *Редактор*), то их номера в списке отображаются серым цветом и недоступны для выбора

<div>▼</div> 0 - 1 1 - 2 (отвод) 2 - 3 (отвод) 3 - 4 (отвод) 4 - 5 (отвод) 5 - 6 6 - 7 7 - 8 (отвод) 8 - 9 (отвод) 9 - 10	<div>2 - 3 (отвод) ▼</div> 0 - 1 1 - 2 (отвод) <b>2 - 3 (отвод)</b> 3 - 4 (отвод) 4 - 5 (отвод) 5 - 6 6 - 7 7 - 8 (отвод) 8 - 9 (отвод) 9 - 10
--	---

См. также меню [Редактор](#).



## Визуализация

По умолчанию панель *Визуализация* имеет вид



	Препроцессор		Погонный вес продукта
	Материал из БД		Погонный вес изоляции
	Давление		Суммарный погонный вес
	Температура в холодном состоянии		Суммарный погонный вес с учетом коэффициентов
	Рабочая температура		Дополнительная распредел-я нагрузка по оси Z
	Погонный вес материала		Сортамент труб

См. также меню *Данные* пункт [Визуализация исходных данных](#).

## Вид

По умолчанию панель *Вид* имеет вид

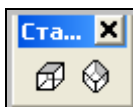


	<a href="#">Поворот</a>		<a href="#">3D модель</a>
	<a href="#">Перенос</a>		<a href="#">Показывать сечения</a>
	<a href="#">Масштабирование</a>		<a href="#">Показывать промежуточные сечения</a>
	<a href="#">Зуммирование рамкой</a>		<a href="#">Показывать точку излома</a>
	<a href="#">Видеть все</a>		<a href="#">Отображать размеры</a>
	<a href="#">Откат для видов</a>		

См. также меню [Вид](#), [Контекстное меню](#)

## Стандартные виды

По умолчанию панель *Стандартные виды* имеет вид



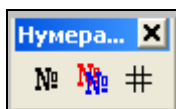
	<a href="#">Вид Z+</a>		<a href="#">СВ Изометрия</a>
--	------------------------	--	------------------------------

Пиктограммы дублированы во всплывающем по правой клавише мыши экранном меню.

См. также меню *Вид* пункт [Виды](#).

## Нумерация

По умолчанию панель *Нумерация* имеет вид



	<a href="#">Узлы</a>		<a href="#">Маркеры</a>
	<a href="#">Узлы и сечения</a>		

См. также меню *Вид* пункт [Нумерация](#).

## Окна

По умолчанию панель *Окна* имеет вид



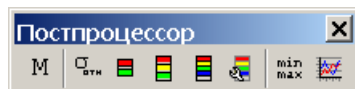
	<a href="#">Каскад</a>		<a href="#">Делить горизонтально</a>
	<a href="#">Делить вертикально</a>		

См. также меню [Окно](#).

## Постпроцессор

По умолчанию панель *Постпроцессор* имеет вид

Пиктограммы данной панели предназначены для работы с графическими окнами при визуализации результатов расчета.



	<a href="#">Масштаб...</a>		<a href="#">Много цветов</a>
	<a href="#">Относительные напряжения/факторы</a>		<a href="#">Настройка таблицы цветов...</a>
	<a href="#">Два цвета</a>		<a href="#">Показ min/max</a>
	<a href="#">Три цвета</a>		<a href="#">Графики результатов</a>

## Элементы

По умолчанию панель *Элементы* имеет вид



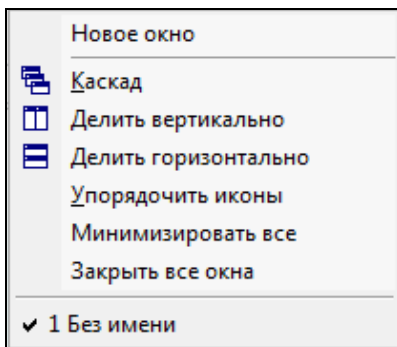
	<a href="#">Вставить трубу</a>		<a href="#">Вставить опору скольжения/качения</a>
	<a href="#">Вставить переход</a>		<a href="#">Вставить направляющую опору</a>
	<a href="#">Вставить компенсатор</a>		<a href="#">Вставить жесткую подвеску</a>
	<a href="#">Вставить арматуру</a>		<a href="#">Вставить пружинную подвеску</a>
	<a href="#">Врезать арматуру</a>		<a href="#">Вставить пружинную опору</a>
	<a href="#">Изменение длины детали...</a>		<a href="#">Вставить опору общего вида</a>

	<a href="#"><u>Вставить мертвую опору</u></a>		<a href="#"><u>Вставить амортизатор</u></a>
	<a href="#"><u>Вставить неподвижную опору</u></a>		<a href="#"><u>Удалить опору</u></a>

См. также меню [Редактор](#).

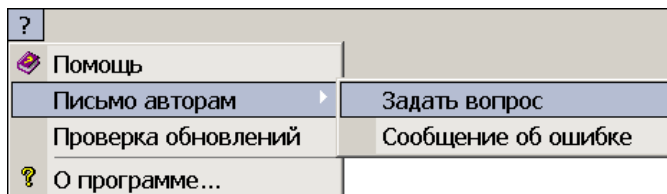
## Меню Окно

Меню [Окно](#) содержит функции, связанные с манипуляциями в графических окнах *АСТРА-НОВА'2021*



<b>Новое окно</b>	Создание нового графического окна
<b>Каскад</b>	Расположение окон каскадом
<b>Делить вертикально</b>	Расположение окон делением экрана вертикально
<b>Делить горизонтально</b>	Расположение окон делением экрана горизонтально
<b>Упорядочить иконы</b>	Упорядочить значки окон, если таковые имеются
<b>Минимизировать все</b>	Свернуть все окна в значки
<b>Закреть все окна</b>	Закреть все открытые окна
<b>Список открытых окон</b>	Предназначен для удобной активизации нужного окна

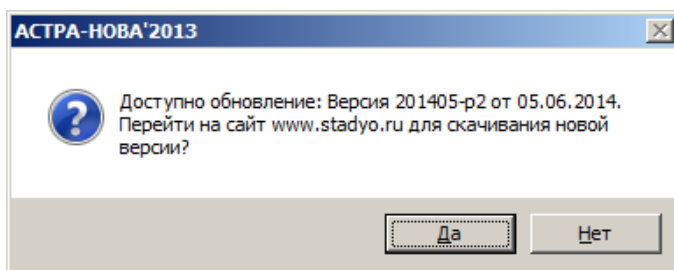
## Меню Помощь (?)



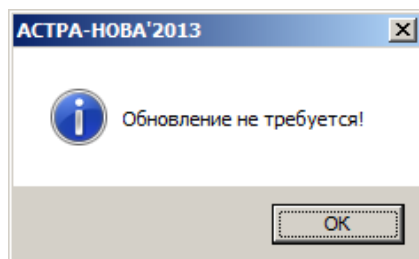
- *Помощь* – в комплексе **АСТРА-НОВА’2021** реализована контекстно-зависимая Windows-справка, которую можно вызвать, выбрав пункт *Помощь* или нажав клавишу F1.


- *Письмо авторам* – позволяет направить электронное письмо, в котором необходимо изложить суть возникшей проблемы. При этом в письме автоматически указывается название организации. Для быстрого и полноценного ответа рекомендуем прикреплять к письму файл расчётной модели (\*.anp)

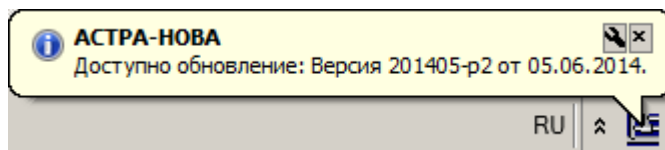
- *Проверка обновлений* – при наличии подключения к сети Internet позволяет оперативно проверить наличие выпущенных обновлений. В случае, если на сайте [www.stadyo.ru](http://www.stadyo.ru) доступна более новая версия комплекса, после нажатия появится сообщение:



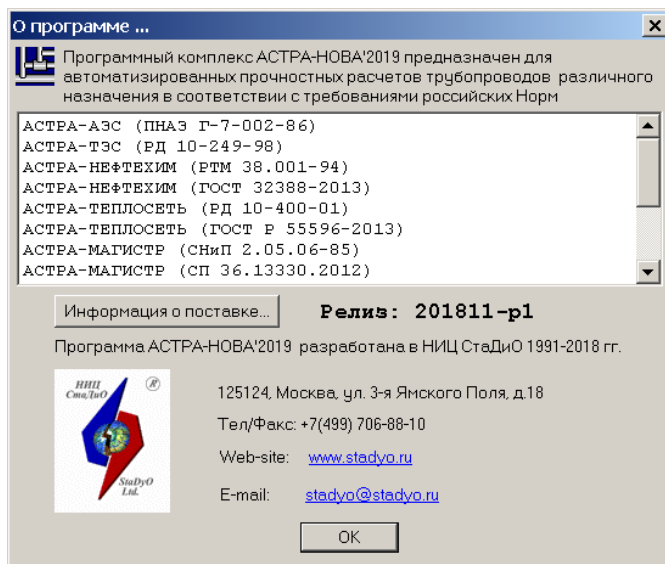
В случае, если установлена самая новая версия ПК **АСТРА-НОВА**, сообщение будет таким:



Также в начале сеанса работы с комплексом **АСТРА-НОВА** автоматически, проверяется наличие обновлений на сайте разработчика и, в случае наличия обновлений, выводится всплывающее информационное сообщение в системной области уведомлений (значок **АСТРА-НОВА**  на панели инструментов “systray”) программы. Информационные сообщения появляются и в случае акций и т. п.



*О программе ...* – краткая справка об установленной версии комплекса.



## Базы данных

Базы данных (БД) содержат информацию по материалам, деталям трубопровода (трубы, арматура, компенсаторы, переходы, отводы, тройники, жёсткие подвески, опоры скольжения, фланцы), грунтам и сейсмоздействиям. БД доступны для пополнения и редактирования. Программа обращается к БД при вводе характеристик материалов, деталей, грунтов и сейсмоздействий. Для пополнения и редактирования БД используется пункт меню *Файл* [Редактирование БД...](#). Описание наполнения и редактирования БД с помощью штатных средств приведено ниже, в разделе [Редактирование БД](#). Доступно также и редактирование файлов баз данных с помощью редакторов баз данных.

### База данных по материалам

БД по материалам (АЭС)		
№	Марка	Комментарии
1	Ст3сп5	Горячекатанная сортовая листовая сталь толщиной до 20 мм
2	Ст3сп5	Горячекатанная сортовая листовая сталь толщиной до 100 мм
3	Ст3сп5	Горячекатанная сортовая листовая сталь толщиной более 100 мм
4	Ст3сп5	Трубы
5	Ст3сп5	Поковки диаметром до 300 мм КП175
6	Ст3сп5	Поковки диаметром до 300 мм КП195
7	Ст3сп5	Поковки диаметром до 50 мм КП215
8	10	Трубы бесшовные диаметром до 250 мм
9	10	Сортовая горячекатанная толщиной до 80 мм
10	20	Трубы горячедеформированные диаметром 465 мм
11	20	Отожженные, высокоотпущенные листы толщиной до 80 мм
12	20	Листовые заготовки толщиной до 250 мм
13	25	Поковки диаметром до 500 мм
14	15ГС	Трубы горячекатаные бесшовные диаметром до 465 мм
15	16ГС	Листы горячекатаные толщиной до 160 мм
16	09Г2С	Прокат толщиной до 150 мм
17	12МХ	Листы толщиной до 6 мм

Окно *БД по материалам* появляется при выборе пункта *Новый из БД* в выпадающем списке поля *Материал* (*Панель ввода*, закладка [Детали](#) на *Панели ввода*) или использовании пункта [Материалы...](#) в меню *Данные*.

В заголовке окна в скобках указывается выбранная отраслевая ветвь *ПК АСТРА-НОВА*, (пункт [Общие данные](#) в меню *Данные*).

Окно *БД по материалам* содержит следующие параметры:

- № – порядковый номер материала в базе данных. Автоматически заполняется программой.



- *Марка* – марка материала, условное буквенно-цифровое (символьное) обозначение материала с одинаковым химическим составом и механическими свойствами, классификация материала в соответствии с ГОСТом, ТУ или другими нормативными документами. Заполняется пользователем.

- *Комментарии* – ввод краткого описания материала (заполнять необязательно).

Для введения параметров материала в данные модели необходимо в окне *БД по материалам* дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным материалом. Соответствующие характеристики выбранного материала будут занесены в данные детали, их значения отобразятся в полях свойств материала (см. *Панель ввода*, закладка *Детали* пункт [Материал](#)) при заданных температурах (холодной, рабочей, испытаний). В случае назначения материала из БД поля будут не редактируемыми. При отказе от связи с БД поля становятся активными для ручного ввода данных. В этом случае, при изменении температуры **не происходит** автоматического пересчёта характеристик материала для вновь заданной температуры.

Для просмотра характеристик выбранного материала, необходимо в окне *БД по материалам* нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным материалом и нажать кнопку *Свойства*. В открывшемся окне *Характеристики материала* можно просмотреть его характеристики.

Свойства материала РД 10-249-98 (АСТРА-ТЭС)

Редактор

Название:  № в БД:

Документ:

Комментарии:

Тип:

Т. . .	Е, МПа	BETA	XI	DELTA	SIG1, МПа	SIG2, МПа	SIG3, МПа	SIG4, МПа	SIG5, МПа	PUASS
20	199000	1.16E-05	1	0	130	130	130	130	130	0.3
50	196000	1.16E-05	1	0	130	130	130	130	130	0.3
100	191000	1.16E-05	1	0	121	121	121	121	121	0.3
150	186000	1.21E-05	1	0	112	112	112	112	112	0.3
200	181000	1.26E-05	1	0	100	100	100	100	100	0.3
250	176000	1.31E-05	1	0	86	86	86	86	86	0.3
275	173500	1.31E-05	1	0	78	78	78	78	78	0.3
300	171000	1.31E-05	1	0	70	70	70	70	70	0.3

OK Отмена

В базы данных по материалам включены следующие параметры:

- *T, град* – температура, °C;
- *E, МПа* – модуль упругости для заданной температуры, МПа;
- *PUASS* – коэффициент Пуассона;
- *BETA* – коэффициент линейного температурного расширения, 1/°C;

Остальные параметры зависят от используемого отраслевого стандарта:

**АСТРА-АЭС, АСТРА-СУДПРОМ:**

- *XI* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений, задаётся для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *DELTA* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений, задаётся для расчета высокотемпературных трубопроводов;

- *RMT, МПа* – минимальное значение временного сопротивления, МПа;
- *RPT, МПа* – условный предел текучести, МПа;
- *RMTT, МПа* – длительный предел прочности (для времени  $t$  эксплуатации высокотемпературных трубопроводов), МПа;

**АСТРА-ТЭС (РД 10-249-98), АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (РД 10-400-01):**

- *XI* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *DELTA* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *SIG, МПа* – допускаемое номинальное напряжение для расчетного ресурса в часах, МПа;
- *SIG1, МПа* – допускаемое номинальное напряжение для расчетного ресурса  $10^4$  часов, МПа;
- *SIG2, МПа* – допускаемое номинальное напряжение для расчетного ресурса  $10^5$  часов, МПа;
- *SIG3, МПа* – допускаемое номинальное напряжение для расчетного ресурса  $2 \times 10^5$  часов, МПа;
- *SIG4, МПа* – допускаемое номинальное напряжение для расчетного ресурса  $3 \times 10^5$  часов, МПа;
- *SIG5, МПа* – допускаемое номинальное напряжение для расчетного ресурса  $4 \times 10^5$  часов, МПа;

**Обратите внимание:** если допускаемое номинальное напряжение материала не зависит от расчетного ресурса, то поля *SIG2, SIG3, SIG4, SIG5* заполняются соответствующими данными из столбца *SIG1*.

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (РТМ 38.001-94):**

- *XI* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *DELTA* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *RMT, МПа* – минимальное значение временного сопротивления, МПа, при расчетах на вибрационное воздействие;
- *AT* – температурный коэффициент, определяемый по таблице 3.1 [3];
- *SLIM, МПа* – допускаемые напряжения при нормальной температуре ( $T=20^\circ\text{C}$ ), МПа, определяется в соответствии с п. п. 3.1 и 3.2 [3];

Примечание. Параметры *RPT, RMTT* при редактировании/создании базы данных по материалу можно не заполнять.

**АСТРА-НЕФТЕХИМ (ГОСТ 32388-2013):**

Для металлов:

- *XI* – коэффициент усреднения компенсационных напряжений, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *DELTA* – коэффициент релаксации компенсационных напряжений, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- *R1, МПа* – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при растяжении, МПа;
- *R2, МПа* – минимальное значение предела текучести, МПа;

- $R_{21}$ , МПа – минимальное значение условного предела текучести (напряжение, при котором остаточное удлинение составляет 1%), МПа;
- $R_{202}$ , МПа – минимальное значение условного предела текучести (напряжение, при котором остаточное удлинение составляет 0,2%), МПа;
- $R_{MTT}$ , МПа – условный предел длительной прочности на ресурс  $2 \cdot 10^5$  ч, МПа, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- $RP$ , МПа – условный предел ползучести при растяжении, обуславливающий деформацию 1% за  $2 \cdot 10^5$  ч, МПа, задается для расчета высокотемпературных трубопроводов;
- $R_{1C}$ , МПа – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при сжатии, МПа, задается для расчета низкотемпературных трубопроводов;
- $R_{2C}$ , МПа – условный предел текучести при сжатии, МПа, задается для расчета низкотемпературных трубопроводов;
- $TAU_{11}$ , МПа – предел прочности при чистом сдвиге, МПа, задается для расчета низкотемпературных трубопроводов;
- $TAU_{21}$ , МПа – предел текучести при чистом сдвиге, МПа, задается для расчета низкотемпературных трубопроводов;
- $EPS$  – относительная пластическая деформация в момент потери устойчивости, задается для расчета низкотемпературных трубопроводов.

Для полимеров:

- $T$ , град – температура, °C;
- $BETA$  – коэффициент линейного температурного расширения,  $1/^\circ\text{C}$ ;
- $PUASS$  – коэффициент Пуассона;
- $A1, B1, G1, J1, A2, B2, G2, J2$  – коэффициенты для построения эталонных кривых длительной прочности, Задаются в зависимости от вида кривых см. *Панель ввода*, список *Общие*, пункт [Материал](#).

**Свойства полимера ГОСТ 32388-2013 (АСТРА-НЕФТЕХИМ)**

Редактор

Название:  № в БД:

Документ:

Комментарии:

Тип:

T, °C	BETA	PUASS
20	0.00015	0.41
110	0.00015	0.41

Коэффициенты для ветви 1

A1	B1	G1	J1
-46.364	-9601.1	20381.5	15.24

Коэффициенты для ветви 2

A2	B2	G2	J2
-18.387	0	8918.5	-4.1

Расчётные коэффициенты запаса прочности

T < 20 град	T > 20 град	T макс	T авар
1.6	1.5	1.3	1

OK Отмена

### **АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ (ГОСТ Р 55596-2013):**

- $SIGT$ , МПа – минимальное значение предела текучести материала, МПа

- $SIGV$ , МПа – минимальное значение временного сопротивления материала разрыву (предела прочности), МПа.

**АСТРА-МАГИСТР:**

- $R1$ , МПа – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, равное минимальному значению временного сопротивления  $R_1''$ , МПа;

- $R2$ , МПа – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений, равное минимальному значению предела текучести  $R_2''$ , МПа;

Примечание. Параметр  $RMTT$ ,  $XI$ ,  $DELTA$  при редактировании/создании базы данных по материалу можно не заполнять.

**АСТРА-СВД (ГОСТ Р 55600-2013):**

- $RMT$ , МПа – минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) материала, МПа;

- $RPT$ , МПа – минимальное значение предела текучести материала, МПа;

- $RMTT$ , МПа – среднее значение условного предела длительной прочности (напряжения, вызывающего разрушение при расчетной температуре через  $10^5$  час), МПа;

- $Z$ , % – относительное сужение поперечного сечения образца материала детали трубопровода при статическом разрушении;

- $A$ , % – относительное удлинение пятикратного образца при статическом разрушении при растяжении;

Примечание. Параметр  $RMTT$  при редактировании/создании базы данных по материалу можно не заполнять.

**АСТРА-СВД (РД РТМ 26-01-44-78)**

- $R1$ , МПа – минимальное значение временного сопротивления материала разрыву (предела прочности), МПа;

- $R2$ , МПа – минимальное значение предела текучести или условного предела текучести материала, МПа;

- $R1D$ , МПа – среднее значение условного предела длительной прочности (напряжения, вызывающего разрушение при расчетной температуре через  $10^5$  час), МПа;

- $R1P$ , МПа – среднее значение условного предела ползучести (напряжения, вызывавшего накопление остаточной деформации при расчетной температуре 1% за  $10^5$  час), МПа.

*Редактирование БД по материалам*

Окно *Редактирование БД по материалам* для назначенных отраслевых норм появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. В заголовке окна в скобках указывается выбранная отраслевая ветвь *ПК АСТРА-НОВА* (пункт [Общие данные](#) в меню *Данные*).



## База данных по трубам

**БД по трубам**


Доступные БД по трубам

Описание	ОСТ	Тип
Трубы бесшовные из коррозионно-стойкой стали для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.01-89	Трубопроводы на опорах
Трубы бесшовные из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей для трубопр. АЭС	ОСТ 24.125.30-89	Трубопроводы на опорах
Трубы в ППУ изоляции (Б/К)		Подземные трубопроводы
Трубы в минеральной вате		Трубопроводы на опорах
Трубы крутоизогнутые	ОСТ 34-10-421-90	Трубопроводы на опорах
Трубы крутоизогнутые	ОСТ 34-42-662-84	Трубопроводы на опорах
ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dn<48.3	ГОСТ 10704-91	Трубопроводы на опорах

**Характеристики труб**

Усло...	Нару...	Тол...	До...	Пого...	Пого...	Пого...	Диа...	Ши...	ТУ	Мате...
15.0	14.0	2.0	0.00	0.600	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
15.0	18.0	2.5	0.00	0.960	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
20.0	25.0	3.0	0.00	1.640	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
22.0	32.0	3.5	0.00	2.470	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
32.0	38.0	3.5	0.00	3.000	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
50.0	57.0	4.0	0.00	5.260	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
50.0	57.0	5.5	0.00	7.020	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
65.0	76.0	4.5	0.00	7.980	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
65.0	76.0	7.0	0.00	11.980	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
80.0	89.0	5.0	0.00	10.420	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
80.0	89.0	8.0	0.00	16.070	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
100.0	108.0	5.0	0.00	12.800	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
100.0	108.0	7.0	0.00	17.500	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
100.0	108.0	9.0	0.00	22.110	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
100.0	108.0	12.0	0.00	28.600	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
125.0	133.0	6.0	0.00	18.900	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	
125.0	133.0	8.0	0.00	24.800	0.000	0.000	0.0	0.000	ТУ 14-3-197-89	

OK Отмена

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода* или при вставке трубы с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

В поле *Доступные БД по трубам* необходимо указать курсором требуемую БД и, для введения параметров в данные модели дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранной трубой в поле *Характеристики труб*.

Поле *Доступные БД по трубам* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки).
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).
- *Тип* – тип трубопроводов для которых применяются трубы из БД: *Трубопроводы на опорах* и *Подземные трубопроводы* (для справки).

В поле *Характеристики труб* включены следующие параметры:

- *Условный проход, мм* – диаметр условного прохода трубы. Используется для подбора по АСТРА-ДЕТАЛЬ с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Du)*, см. диалог [Выбор основных размеров \(ДЕТАЛЬ\)](#).

- *Наружный диаметр, мм* – наружный диаметр трубы. Вносится в поле *Наружный диаметр*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Толщина стенки, мм* – толщина стенки трубы. Вносится в поле *Толщина стенки*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

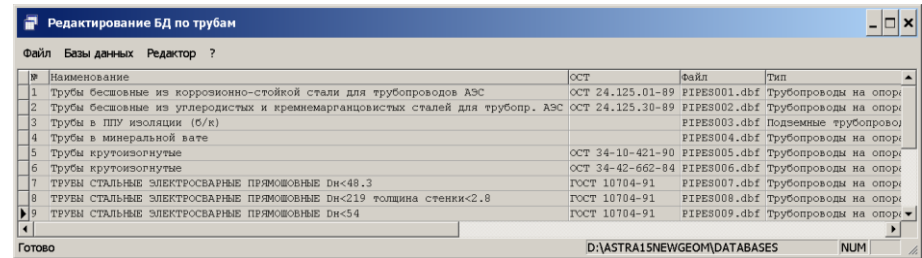
- *Допуск на утонение, мм* – допуск на утонение стенки трубы. Вносится в поле *Допуск на утонение*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Погонный вес материала, кг/м* – погонный вес материала трубы. Вносится в поле *Погонный вес материала*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Погонный вес продукта, кг/м* – погонный вес продукта. Вносится в поле *Погонный вес продукта*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.
- *Погонный вес изоляции, кг/м* – погонный вес изоляции. Вносится в поле *Погонный вес изоляции*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.
- *Диаметр кожуха изоляции, мм* – диаметр кожуха изоляции. Используется для вычисления толщины изоляции, которая вносится в поле *Толщина изоляции*, см. диалог [Труба](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.
- *Ширина траншеи, м* – ширина траншеи (для справки).
- *ТУ* – нормативный документ, которому соответствует деталь (для справки).
- *Материал (спр.)* – материал изготовления детали (для справки).

*Редактирование БД по трубам*

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по трубам необходимо в этом окне выбрать пункт *Трубы* в меню *Базы данных*

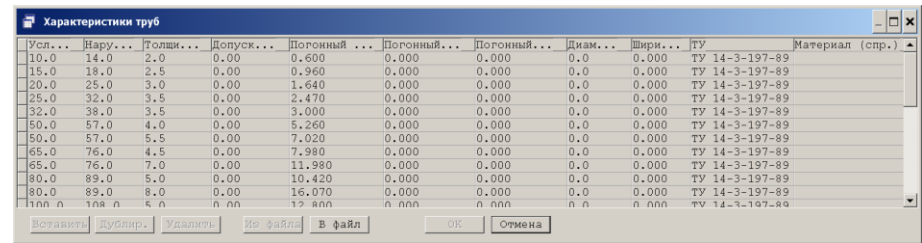


Появившееся окно *Редактирование БД по трубам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики труб. Автоматически заполняется программой.

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по трубам* идентичны таковым в поле *Доступные БД по трубам* окна *Базы данных по трубам*.

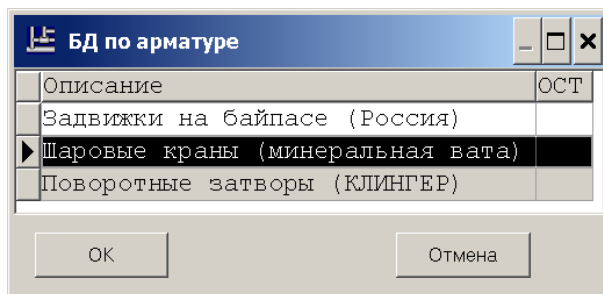
Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.



Параметры в открывшемся окне *Характеристики труб* идентичны таковым в поле *Характеристики труб* окна *Базы данных по трубам*, появляющемся при вставке трубы из БД в модель.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).


## База данных по арматуре



Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Арматура](#)

закладки *Детали* на *Панели ввода* или при вставке арматуры с помощью кнопок



или  на панели инструментов [Элементы](#).

Окно *БД по арматуре* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки).
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).

В окне *БД по арматуре* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики арматуры* можно выбрать из списка подходящую арматуру. БД, содержащие детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Описание	Усло...	Нару...	Дли...	Мас...
30с65нж	50.00	57.00	250.00	25.00
30с65нж	80.00	89.00	280.00	36.00
30с65нж	100.00	108.00	300.00	52.00
30с65нж	150.00	159.00	350.00	76.00
30с65нж	200.00	219.00	400.00	123.00
30с65нж	250.00	273.00	450.00	138.50
30с65нж	300.00	325.00	500.00	229.00
30с564нж	400.00	426.00	700.00	655.00
30с564нж	500.00	530.00	700.00	1330.00
30с527нж	600.00	630.00	800.00	2215.00
30с327нж	800.00	820.00	1000.00	3890.00



В базы данных по арматуре включены следующие параметры:

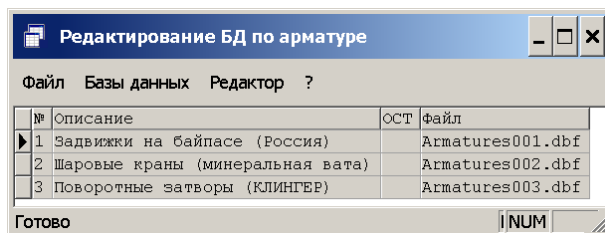
- *Описание* – описание детали (для справки).
- *Условный проход, мм* — диаметр условного прохода арматуры (для справки).
- *Наружный диаметр присоединяемых труб, мм* – наружный диаметр присоединяемых труб. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру присоединяемых труб, заданных в модели.
- *Длина, мм* – длина арматуры, учитывается при вставке детали в модель.
- *Масса, кг* – масса арматуры. Используется для вычисления весовой нагрузки от материала арматуры, которая вносится в поле *Вес материала*, см. диалог [Арматура](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

Детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранной арматурой в окне *Характеристики арматуры*. Параметр *L (длина)* используется в качестве длины детали, моделирующей арматуру в расчетной модели.

### Редактирование БД по арматуре

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по арматуре необходимо в этом окне выбрать пункт *Арматура* в меню *Базы данных*



Появившееся окно *Редактирование БД по арматуре* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики арматуры. Автоматически заполняется программой.

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по арматуре* идентичны таковым в окне *БД по арматуре*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.


Характеристики арматуры				
Описание	Условный проход, мм	Наружный диаметр присоединяемых труб, мм	Длина, мм	Масса, кг
30с65нж	50.0	57.0	250.0	25.0
30с65нж	80.0	89.0	280.0	36.0
30с65нж	100.0	108.0	300.0	52.0
30с65нж	150.0	159.0	350.0	76.0
30с65нж	200.0	219.0	400.0	123.0
30с65нж	250.0	273.0	450.0	138.5
30с65нж	300.0	325.0	500.0	229.0
30с564нж	400.0	426.0	700.0	655.0
30с564нж	500.0	530.0	700.0	1330.0
30с527нж	600.0	630.0	800.0	2215.0
30с327нж	800.0	820.0	1000.0	3890.0

Параметры в открывшемся окне *Характеристики арматуры* идентичны таковым в окне *Характеристики арматуры*, появляющемся при вставке арматуры из БД в модель.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

## База данных по компенсаторам

БД по компенсаторам			
Описание	ОСТ	Тип	
Осевые компенсаторы ОПН	НПД "Компенсатор"	Осевой	
Осевые компенсаторы ОПФН	НПД "Компенсатор"	Осевой	
Поворотные компенсаторы ППН	НПД "Компенсатор"	Угловой	
Поворотные компенсаторы ПОПН	НПД "Компенсатор"	Угловой	
Компенсатор осевой однолинзовый	ОСТ 34-10-569-93	Осевой	
Компенсатор осевой двухлинзовый	ОСТ 34-10-570-93	Осевой	
Компенсатор осевой трёхлинзовый	ОСТ 34-10-571-93	Осевой	
Компенсатор осевой четырёхлинзовый	ОСТ 34-10-572-93	Осевой	

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода* или при вставке компенсатора с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

Окно *БД по компенсаторам* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки).
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).
- *Тип* – тип компенсатора: *Осевой*, *Сдвиговой*, *Угловой*. Используется для заполнения поля *Тип*, см. диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

В окне *БД по компенсаторам* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики компенсаторов* можно выбрать из списка подходящий компенсатор. БД, содержащие детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Характеристики компенсаторов						
Описание	Комментарии	Усло...	Усло...	Нару...	Тол...	Нару...
ПОПН-16-65-30		1.60	65.00	76.00	3.50	0.00
ПОПН-25-65-30		2.50	65.00	76.00	3.50	0.00
ПОПН-16-80-30		1.60	80.00	89.00	3.50	0.00
ПОПН-25-80-30		2.50	80.00	89.00	3.50	0.00
ПОПН-16-100-30		1.60	100.00	108.00	4.00	0.00
ПОПН-25-100-30		2.50	100.00	108.00	4.00	0.00
ПОПН-16-125-30		1.60	125.00	133.00	4.00	0.00
ПОПН-25-125-30		2.50	125.00	133.00	4.00	0.00
ПОПН-16-150-26		1.60	150.00	159.00	4.50	0.00
ПОПН-25-150-26		2.50	150.00	159.00	4.50	0.00

В базы данных по компенсаторам включены следующие параметры:

- *Описание* – описание детали (для справки).
- *Комментарии* – дополнительное поле для комментариев.
- *Условное давление, МПа* – условное давление детали (для справки).
- *Условный проход, мм* – диаметр условного прохода компенсатора (для справки).
- *Наружный диаметр присоединяемых труб, мм* – наружный диаметр присоединяемых труб. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру присоединяемых труб, заданных в модели.
- *Толщина стенки присоединяемых труб, мм* – толщина стенки присоединяемых труб (для справки).
- *Наружный диаметр линзы, мм* – наружный диаметр линзы компенсатора (для справки).
- *Толщина стенки линзы, мм* – толщина стенки линзы компенсатора (для справки).
- *Длина, мм* – длина компенсатора, учитывается при вставке детали в модель.
- *Эффективная площадь, м<sup>2</sup>* – эффективная площадь компенсатора. Вносится в поле *Эффективная площадь, см.* диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.
- *Осевой ход, мм* – допускаемый осевой ход компенсатора. Вносится в поле *Осевой ход, см.* диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*. Используется, если тип компенсаторов в БД указан как *Осевой* (см. описание окна БД для компенсаторов).
- *Осевая жёсткость, кН/м* – осевая жёсткость компенсатора. Вносится в поле *Жёсткость на растяжение, см.* диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*. Используется, если тип компенсаторов в БД указан как *Осевой* (см. описание окна БД для компенсаторов).
- *Поворот, град* – допускаемый угол поворота компенсатора. Вносится в поле *Угол, см.* диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*. Используется, если

тип компенсаторов в БД указан как *Угловой* (см. описание окна *БД для компенсаторов*).

- *Угловая жёсткость, Нм/рад* – угловая жёсткость компенсатора. Вносится в поля *Жёсткость на изгиб вокруг X'*, *Жёсткость на изгиб вокруг Y'*, см. диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*. Используется, если тип компенсаторов в БД указан как *Угловой* (см. описание окна *БД для компенсаторов*).

- *Сдвиг, мм* – допускаемый сдвиг компенсатора. Вносится в поле *Сдвиг*, см. диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*. Используется, если тип компенсаторов в БД указан как *Сдвиговой* (см. описание окна *БД для компенсаторов*).

- *Сдвиговая жёсткость, кН/м* – сдвиговая жёсткость компенсатора. Вносится в поля *Жёсткость на сдвиг по X'*, *Жёсткость на сдвиг по Y'*, см. диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*. Используется, если тип компенсаторов в БД указан как *Сдвиговой* (см. описание окна *БД для компенсаторов*).

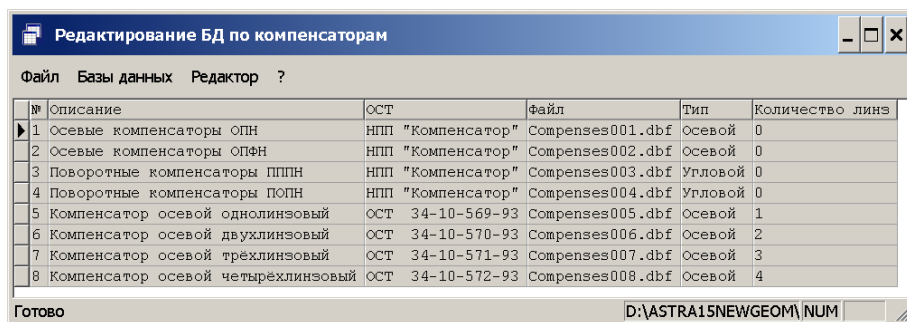
- *Масса, кг* – масса компенсатора. Используется для вычисления весовой нагрузки от материала компенсатора, которая вносится в поле *Вес материала*, см. диалог [Компенсатор](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

Детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным компенсатором в окне *Характеристики компенсаторов*. Параметр *L (длина)* используется в качестве длины детали, моделирующей компенсатор в расчетной модели.

## Редактирование БД по компенсаторам

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по компенсаторам необходимо в этом окне выбрать пункт *Компенсаторы* в меню *Базы данных*



Появившееся окно *Редактирование БД по компенсаторам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.

- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики компенсаторов. Автоматически заполняется программой.

- *Количество линз* – количество линз в компенсаторе (для справки).

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по компенсаторам* идентичны таковым в окне *БД по компенсаторам*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца № (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.

Характеристики компенсаторов				
Описание	Комментарии	Условное давление, МПа	Условный проход, мм	Наружный диам
ОПН-25-65-070.0		2.50	65.0	76.0
ОПН-25-80-070.0		2.50	80.0	89.0
ОПН-25-100-080.0		2.50	100.0	108.0
ОПН-16-125-090.0		1.60	125.0	133.0
ОПН-25-125-090.0		2.50	125.0	133.0
ОПН-16-150-100.0		1.60	150.0	159.0
ОПН-25-150-100.0		2.50	150.0	159.0
ОПН-16-200-140.0		1.60	200.0	219.0
ОПН-25-200-140.0		2.50	200.0	219.0

Вставить Дублир. Удалить Из файла В файл ОК Отмена


Параметры в открывшемся окне *Характеристики компенсаторов* идентичны таковым в окне *Характеристики компенсаторов*, появляющемся при вставке компенсатора из БД в модель.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

## База данных по переходам

БД по переходам	
Описание	ОСТ
Переходы штампованные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.39-89
Переходы сварные листовые концентрические	ОСТ 34-42-665-84
Переходы сварные листовые эксцентрические	ОСТ 34-42-665-84
Переходы сварные листовые концентрические	ОСТ 34-10-424-90
Переходы сварные листовые эксцентрические	ОСТ 34-10-424-90
Переходы точеные	ОСТ 34-42-664-84
Переходы точеные	ОСТ 34-10-423-90
Переходы бесшовные	ОСТ 34-10-422-90

ОК Отмена

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Переход](#) закладки *Детали* на *Панели ввода* или при вставке перехода с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

Окно *БД по переходам* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки).
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).

В окне *БД по переходам* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики переходов* можно выбрать из списка подходящий переход. БД, содержащие детали, подходящие по наружному диаметру и толщине стенки примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Характеристики переходов						
Описание	Комментарии	Усло...	Условные пр...	Размер прис...	Разм...	
01 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	65.00 x 32.00	76.00 x 4.50	38.00	
02 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	65.00 x 50.00	76.00 x 4.50	57.00	
03 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	80.00 x 50.00	89.00 x 5.00	57.00	
04 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	80.00 x 65.00	89.00 x 5.00	76.00	
05 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	100.00 x 50.00	108.00 x 5.00	57.00	
06 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	100.00 x 65.00	108.00 x 5.00	76.00	
07 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	100.00 x 80.00	108.00 x 5.00	89.00	
08 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	125.00 x 65.00	133.00 x 6.00	76.00	
09 ОСТ 34-10-422-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	125.00 x 80.00	133.00 x 6.00	89.00	

В базы данных по переходам включены следующие параметры:

- *Описание* – описание детали (для справки).
- *Комментарии* – дополнительное поле для комментариев.
- *Условное давление, МПа* – условное давление детали (для справки).
- *Условные проходы, мм* – диаметры условного прохода по торцам перехода (для справки).

- *Размер присоединяемых труб* – наружный диаметр и толщина стенки присоединяемых труб к торцу перехода с большим наружным диаметром. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.

- *Размер присоединяемых труб* – наружный диаметр и толщина стенки присоединяемых труб к торцу перехода с меньшим наружным диаметром. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.

- *Наружный диаметр, мм* – больший наружный диаметр перехода. Вносится в поле *Начальный наружный диаметр* или *Конечный наружный диаметр*, см. диалог [Переход](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Наружный диаметр I, мм* – меньший наружный диаметр перехода. Вносится в поле *Начальный наружный диаметр* или *Конечный наружный диаметр*, см. диалог [Переход](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Толщина стенки, мм* – толщина стенки перехода. Вносится в поля *Начальная толщина стенки* и *Конечная толщина стенки*, см. диалог [Переход](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Длина переходной части, мм* – длина перехода, учитывается при вставке детали в модель.

- *Длина прямого участка, мм* – длина несокошенного (из прямой трубы) участка перехода, примыкающего к (для справки).
- *Длина прямого участка I, мм* – длина несокошенного (из прямой трубы) участка перехода (для справки).
- *Материал (марка, ТУ)* – материал изготовления детали (для справки).
- *Масса переходной части, кг* – масса перехода (только переходной части).

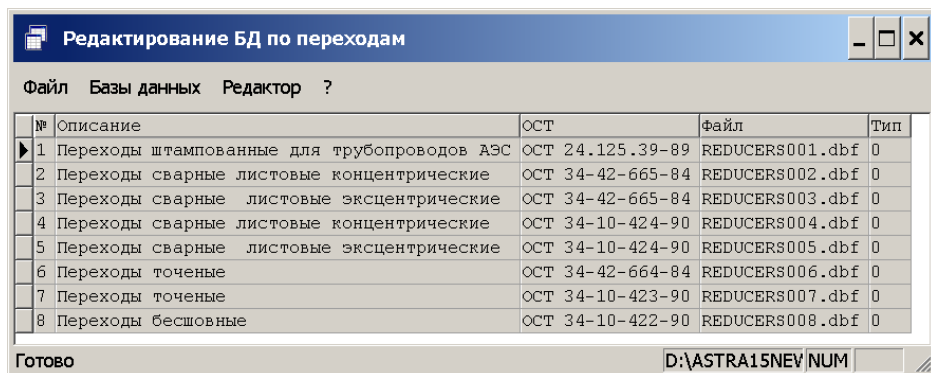
Используется для вычисления весовой нагрузки от материала перехода, которая вносится в поле *Вес материала*, см. диалог [Переход](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

Детали, подходящие по наружному диаметру и толщине стенки примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным переходом в окне *Характеристики переходов*. Параметр *Длина* используется в качестве длины детали, моделирующей переход в расчетной модели.

### Редактирование БД по переходам

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по переходам необходимо в этом окне выбрать пункт *Переходы* в меню *Базы данных*



Появившееся окно *Редактирование БД по переходам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики переходов. Автоматически заполняется программой.
- *Тип* – тип материала (для справки).

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по переходам* идентичны таковым в окне *БД по переходам*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца № (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.

Характеристики переходов					
Описание	Комментарии	Условное давление, МПа	Условный проход, мм	Услови	
1 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	500.0	250.0	
2 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	500.0	300.0	
3 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	500.0	350.0	
4 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	500.0	400.0	
5 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	600.0	300.0	
6 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	600.0	350.0	
7 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	600.0	400.0	
8 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	600.0	500.0	
9 ОСТ 34-42-665-84	p=1.6 МПа, t<350 С	1.60	700.0	350.0	

Вставить Дублир. Удалить Из файла В файл ОК Отмена

Параметры в открывшемся окне *Характеристики переходов* в основном идентичны таковым в окне *Характеристики переходов*, появляющемся при вставке перехода из БД в модель. Вместо параметров *Условные проходы*, *Размер присоединяемых труб*, *Размер присоединяемых труб 1*, в рассматриваемом окне введены:


- *Условный проход, мм* – диаметры условного прохода по торцу перехода с большим наружным диаметром (для справки).
- *Условный проход 1, мм* – диаметры условного прохода по торцу перехода с меньшим наружным диаметром (для справки).
- *Наружный диаметр присоединяемых труб, мм* – наружный диаметр присоединяемых труб к торцу перехода с большим наружным диаметром. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.
- *Толщина стенки присоединяемых труб, мм* – толщина стенки присоединяемых труб к торцу перехода с большим наружным диаметром. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.
- *Наружный диаметр присоединяемых труб 1, мм* – наружный диаметр присоединяемых труб к торцу перехода с меньшим наружным диаметром. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.
- *Толщина стенки присоединяемых труб 1, мм* – толщина стенки присоединяемых труб к торцу перехода с меньшим наружным диаметром. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).



## База данных по отводам

БД по отводам		
Описание	ОСТ	
Колена штампованные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.35-89	
Колена бесшовные для трубопроводов АЭС	ОСТ 34-10-418-90	
Колена бесшовные приварные для трубопроводов АЭС	ОСТ 34 10.699-97	
Колена гнутые бесшовные для трубопроводов АЭС	ОСТ 34-10-420-90	
Отводы гнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.32-89	
Отводы гнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.33-89	
Отводы крутоизогнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.34-89	
Колена штамповарные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.36-89	
Отводы гнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.03-89	
Отводы гнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.04-89	
Отводы крутоизогнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.05-89	
Отводы крутоизогнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.06-89	
Колена штамповарные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.07-89	
Отводы гнутые	ОСТ 108.321.18-82	
Отводы гнутые	ОСТ 108.321.20-82	
Отводы гнутые	ОСТ 108.321.19-82	
Отводы гнутые	ОСТ 108.321.21-82	
ОК		Отмена

Окно появляется в диалоге *Отвод* при нажатии кнопки *БД* при вставке отвода с помощью кнопки  на панели инструментов *Редактор* или при выборе пункта *Вставить отвод* в меню *Редактор*, а также при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге *Отвод* закладки *Детали* на *Панели ввода*.

Окно *БД по отводам* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки).
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).

В окне *БД по отводам* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики отводов* можно выбрать из списка подходящий отвод. БД, содержащие детали, подходящие по наружному диаметру и толщине стенки примыкающих труб, и углу раствора, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Характеристики отводов								
Описание	Комментарии	Усло...	Усло...	Размер прис...	Нару...	Тол...		
18 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	150.00	159.00 x 6.00	159.00	8.00		
19 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	200.00	219.00 x 11.00	219.00	11.00		
20 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	200.00	219.00 x 11.00	219.00	11.00		
21 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	200.00	219.00 x 11.00	219.00	11.00		
22 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	200.00	220.00 x 7.00	220.00	11.00		
23 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	200.00	220.00 x 7.00	220.00	11.00		
24 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	200.00	220.00 x 7.00	220.00	11.00		
25 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	250.00	273.00 x 11.00	273.00	11.00		
26 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	250.00	273.00 x 11.00	273.00	11.00		
27 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	250.00	273.00 x 11.00	273.00	11.00		
28 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	300.00	325.00 x 12.00	325.00	12.00		
29 ОСТ 34-10-418-90	p=2.5 МПа, t<300 С	2.50	300.00	325.00 x 12.00	325.00	12.00		

В базы данных по отводам включены следующие параметры:

- *Описание* – описание детали (для справки).
- *Комментарии* – дополнительное поле для комментариев.
- *Условное давление, МПа* – условное давление детали (для справки).
- *Условный проход, мм* – диаметр условного прохода отвода. Используется

для подбора по АСТРА-ДЕТАЛЬ с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Du)*, см. диалог [Выбор основных размеров \(ДЕТАЛЬ\)](#).

- *Размер присоединяемых труб, мм* – наружный диаметр и толщина стенки присоединяемых труб. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.

- *Наружный диаметр, мм* – наружный диаметр отвода. Вносится в поле *Наружный диаметр*, см. диалог [Отвод](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Толщина стенки на внешней стороне, мм* – толщина стенки отвода на внешней стороне. Используется для вычисления толщины стенки отвода, которая вносится в поле *Толщина стенки*, см. диалог [Отвод](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Толщина стенки на внутренней стороне, мм* – толщина стенки отвода на внутренней стороне. Используется для вычисления толщины стенки отвода, которая вносится в поле *Толщина стенки*, см. диалог [Отвод](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Овальность, %* – начальная овальность (эллиптичность) отвода. Вносится в поле *Начальная эллиптичность*, см. диалог [Отвод](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Радиус, мм* – радиус отвода. Вносится в поле *Радиус*, см. диалог [Отвод](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

- *Угол, град* – центральный угол отвода, используется для поиска детали в БД по углу между примыкающими трубами.

- *Длина прямого участка, мм* – длина прямолинейных участков отвода (для справки).

- *Длина прямого участка 1, мм* – длина прямолинейных участков отвода (для справки).

- *Материал (марка, ТУ)* – материал изготовления детали (для справки).
- *Масса гнутой части, кг* – масса отвода (только криволинейной части).

Используется для вычисления весовой нагрузки от материала отвода, которая вносится в поле *Вес материала*, см. диалог [Отвод](#) закладки *Детали* на *Панели ввода*.

Детали, подходящие по наружному диаметру и толщине стенки примыкающих труб, и углу раствора, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным отводом в окне *Характеристики отводов*.

### Редактирование БД по отводам

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по отводам необходимо в этом окне выбрать пункт *Отводы* в меню *Базы данных*

Редактирование БД по отводам				
Файл   Базы данных   Редактор   ?				
№	Описание	ОСТ	Файл	Тип
1	Колена штампованные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.35-89	Elbows001.dbf	0
2	Колена бесшовные для трубопроводов АЭС	ОСТ 34-10-418-90	Elbows002.dbf	0
3	Колена бесшовные приварные для трубопроводов АЭС	ОСТ 34 10.699-97	Elbows003.dbf	0
4	Колена гнутые бесшовные для трубопроводов АЭС	ОСТ 34-10-420-90	Elbows004.dbf	0
5	Отводы гнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.32-89	Elbows005.dbf	0
6	Отводы гнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.33-89	Elbows006.dbf	0
7	Отводы крутоизогнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.34-89	Elbows007.dbf	0
8	Колена штамповарные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.36-89	Elbows008.dbf	0
9	Отводы гнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.03-89	Elbows009.dbf	0
10	Отводы гнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.04-89	Elbows010.dbf	0
11	Отводы крутоизогнутые Ду менее 100 мм для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.05-89	Elbows011.dbf	0
12	Отводы крутоизогнутые для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.06-89	Elbows012.dbf	0
13	Колена штамповарные для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.07-89	Elbows013.dbf	0
14	Отводы гнутые	ОСТ 108.321.18-82	Elbows014.dbf	0
15	Отводы гнутые	ОСТ 108.321.20-82	Elbows015.dbf	0
16	Отводы гнутые	ОСТ 108.321.19-82	Elbows016.dbf	0
17	Отводы гнутые	ОСТ 108.321.21-82	Elbows017.dbf	0
Готово		D:\ASTRA15NEWGEOM\D NUM		

Появившееся окно *Редактирование БД по отводам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики отводов. Автоматически заполняется программой.
- *Тип* – тип материала (для справки).

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по отводам* идентичны таковым в окне *БД по отводам*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.

Характеристики отводов			
Описание	Комментарии	Условное давление, МПа	Условный проход
01 ОСТ 24.125.35-89	p=11.77 МПа, t=250 С	0.00	200.0
02 ОСТ 24.125.35-89	p=11.77 МПа, t=250 С	0.00	250.0
03 ОСТ 24.125.35-89	p=11.77 МПа, t=250 С	0.00	300.0
04 ОСТ 24.125.35-89	p=8.44 МПа, t=300 С	0.00	600.0
05 ОСТ 24.125.35-89	p=8.44 МПа, t=300 С	0.00	600.0
06 ОСТ 24.125.35-89	p=8.44 МПа, t=300 С	0.00	600.0
07 ОСТ 24.125.35-89	p=8.44 МПа, t=300 С	0.00	600.0
08 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	100.0
09 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	100.0
10 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	100.0
11 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	125.0
12 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	125.0
13 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	125.0
14 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	150.0
15 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	150.0
16 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	150.0
17 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	200.0
18 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	200.0
19 ОСТ 24.125.35-89	p=5.89 МПа, t=275 С p=3.92 МПа, t=200 С	0.00	200.0

Параметры в открывшемся окне *Характеристики отводов* в основном идентичны таковым в окне *Характеристики отводов*, появляющемся при вставке отвода из БД в модель. Вместо параметра *Размер присоединяемых труб*, в рассматриваемом окне введены:

- *Наружный диаметр присоединяемых труб, мм* – наружный диаметр присоединяемых труб. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.
- *Толщина стенки присоединяемых труб, мм* – толщина стенки присоединяемых труб. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).


## База данных по тройникам

БД по тройникам

Описание	ОСТ
Тройники сварные равнопроходные	ОСТ 34-42-675-84
Тройники сварные равнопроходные с накладкой	ОСТ 34-42-677-84
Тройники сварные переходные	ОСТ 34-42-676-84
Тройники сварные переходные с накладкой	ОСТ-34-42-678-84
Тройники сварные равнопроходные	ОСТ 34-10-510-90
Тройники сварные равнопроходные с накладкой	ОСТ 34-10-512-90
Тройники сварные переходные	ОСТ 34-10-511-90
Тройники сварные переходные с накладкой	ОСТ 34-10-513-90

ОК

Отмена

Окно появляется в диалоге *Тройник* при нажатии кнопки *Выбор из БД* при вставке тройника с помощью кнопки  на панели инструментов *Редактор* или при выборе пункта *Вставить тройник* в меню *Редактор*, а также при нажатии кнопки *Выбор из БД* на *Панели ввода* в закладке *Детали*.

Окно *БД по тройникам* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки).
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).

В окне *БД по тройникам* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики тройников* можно выбрать из списка подходящий тройник. БД, содержащие детали, подходящие по наружному диаметру и толщине стенки примыкающих труб, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Характеристики тройников											
Описание	Комментарии	Усло...	Условн...	Разме...	Разме...	Разме...	Размер...	Д...	Д...	Мате...	Ма...
7 ОСТ 34-10-510-90		2,5	200 x 200	219 x 11	219 x 11	219 x 11	219 x 7,5	420	220		28,7
8 ОСТ 34-10-510-90		2,5	200 x 200	228 x 7	220 x 7	220 x 7	220 x 5	420	220		18,7
9 ОСТ 34-10-510-90		2,5	250 x 250	273 x 11	273 x 11	273 x 11	273 x 6,5	480	250		40,2
10 ОСТ 34-10-510-90		2,5	300 x 300	325 x 12	325 x 12	325 x 12	325 x 7	550	300		61,3
11 ОСТ 34-10-510-90		1	350 x 350	377 x 6	377 x 6	377 x 6	377 x 4,5	600	330		38,2
12 ОСТ 34-10-510-90		1	400 x 400	426 x 8	426 x 8	426 x 8	426 x 5,5	650	350		61
13 ОСТ 34-10-510-90		0,6	500 x 500	530 x 8	530 x 8	530 x 8	530 x 6,5	760	400		85,8
14 ОСТ 34-10-510-90		0,6	600 x 600	630 x 8	630 x 8	630 x 8	630 x 6,5	900	450		118
15 ОСТ 34-10-510-90		1	600 x 600	630 x 12	630 x 12	630 x 12	630 x 9,5	900	450		177
16 ОСТ 34-10-510-90		0,6	700 x 700	720 x 10	720 x 10	720 x 10	720 x 8	1000	520		188,6
17 ОСТ 34-10-510-90		0,6	800 x 800	820 x 10	820 x 10	820 x 10	820 x 8	1100	600		236,5
<div> <div>ОК</div> <div>Отмена</div> </div>											

В базы данных по тройникам включены следующие параметры:

- *Описание* – описание детали (для справки).
- *Комментарии* – дополнительное поле для комментариев.
- *Условное давление, МПа* – условное давление детали (для справки).

- *Условные проходы, мм* – диаметры условных проходов корпуса и штуцера детали. Используются для подбора по АСТРА-ДЕТАЛЬ с опцией *Выбор деталей с минимальной толщиной стенки из БД по условному диаметру (Du)*, см. диалог [Выбор основных размеров \(ДЕТАЛЬ\)](#).

- *Размер присоединяемых труб (корпус), мм* – наружный диаметр и толщина стенки присоединяемых труб к корпусу. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели со стороны корпуса.

- *Размер присоединяемых труб (штуцер), мм* – наружный диаметр и толщина стенки присоединяемых труб к штуцеру. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели со стороны штуцера.

- *Размер (Dн x S) корпуса, мм* – наружный диаметр и толщина стенки корпуса тройника. Вносится в поля *Наружный диаметр магистрали* и *Толщина стенки магистрали*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали* на *Панели ввода*.

- *Размер (Dн x S) штуцера, мм* – наружный диаметр и толщина стенки штуцера тройника. Вносится в поля *Наружный диаметр штуцера* и *Толщина стенки штуцера*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали* на *Панели ввода*.

- *Длина магистрали, мм* – длина магистрали тройника. Вносится в поле *Длина магистрали*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали* на *Панели ввода*.

- *Длина штуцера, мм* – длина штуцера тройника от оси корпуса. Используется для вычисления высоты штуцера, которая вносится в поле *Высота штуцера*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали* на *Панели ввода*.

- *Материал (марка, ТУ)* – материал изготовления детали (для справки).

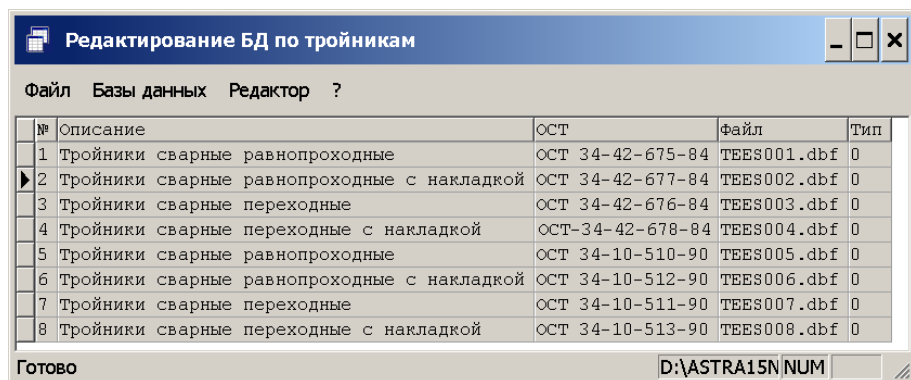
- *Масса, кг* – масса тройника. Используется для вычисления весовой нагрузки от материала тройника. Пересчитывается в плотность материала тройника, которая вносится в поле *Плотность*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали* на *Панели ввода*.

Детали, подходящие по наружному диаметру и толщине стенки примыкающих труб, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным тройником в окне *Характеристики тройников*.

### *Редактирование БД по тройникам*

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по тройникам необходимо в этом окне выбрать пункт *Тройники* в меню *Базы данных*

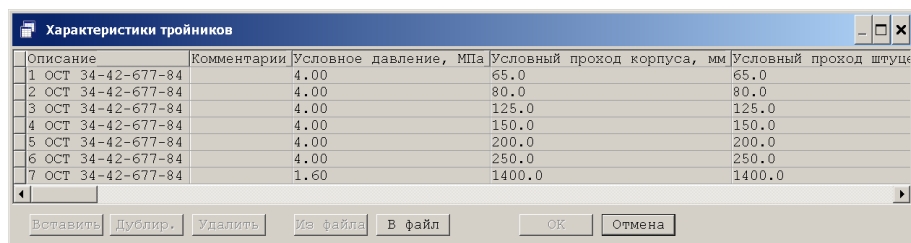


Появившееся окно *Редактирование БД по тройникам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики тройников. Автоматически заполняется программой.
- *Тип* – тип материала (для справки).

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по тройникам* идентичны таковым в окне *БД по тройникам*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.



Параметры в открывшемся окне *Характеристики тройников* в основном идентичны таковым в окне *Характеристики тройников*, появляющемся при вставке тройника из БД в модель. Вместо параметров *Условные проходы*, *Размер присоединяемых труб (корпус)*, *Размер присоединяемых труб (штуцер)*, *Размер (Dn x S) корпуса*, *Размер (Dn x S) штуцера*, в рассматриваемом окне введены:

- *Условный проход корпуса, мм* – диаметр условного прохода корпуса тройника (для справки).
- *Условный проход штуцера, мм* – диаметр условного прохода штуцера тройника (для справки).
- *Наружный диаметр присоединяемых труб (корпус), мм* – наружный диаметр присоединяемых труб к корпусу. Используется для поиска детали в БД по

наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели со стороны корпуса.

- *Толщина стенки присоединяемых труб (корпус), мм* – толщина стенки присоединяемых труб к корпусу. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели со стороны корпуса.

- *Наружный диаметр присоединяемых труб (штуцер), мм* – наружный диаметр присоединяемых труб к штуцеру. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели со стороны штуцера.

- *Толщина стенки присоединяемых труб (штуцер), мм* – толщина стенки присоединяемых труб к штуцеру. Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру и толщине стенки присоединяемых труб, заданных в модели со стороны штуцера.

- *Наружный диаметр корпуса, мм* – наружный диаметр корпуса тройника. Вносится в поле *Наружный диаметр магистрали*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали на Панели ввода*.

- *Толщина стенки корпуса, мм* – толщина стенки корпуса тройника. Вносится в поле *Толщина стенки магистрали*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали на Панели ввода*.

- *Наружный диаметр штуцера, мм* – наружный диаметр штуцера тройника. Вносится в поле *Наружный диаметр штуцера*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали на Панели ввода*.

- *Толщина стенки штуцера, мм* – толщина стенки штуцера тройника. Вносится в поле *Толщина стенки штуцера*, см. диалог [Тройник](#) в меню Редактор или в закладке *Детали на Панели ввода*.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

## База данных по фланцам

Прокладки плоские эластичные ГОСТ 15180-86	
Исполнение уплотнителя	Исполнение прокладки
1	А
2	Б
3	Б
4	В
5	В
8	Г
9	Г

Окно появляется при нажатии кнопки **БД** в диалоге *Фланец* на *Панели ввода* в закладке *Сечение*.

Окно *Прокладки плоские эластичные ГОСТ 15180-86* содержит следующие параметры:

- № – номер строки БД (для справки).



- *Исполнение уплотнителя* – исполнения уплотнительных поверхностей по ГОСТ 12815-80 (для справки).
- *Исполнение прокладки* – исполнение прокладки по ГОСТ 15180-86 (для справки).

В окне *Прокладки плоские эластичные ГОСТ 15180-86* необходимо указать двойным нажатием требуемые исполнение уплотнителя и прокладки. В открывшемся окне *Выбор исполнения* можно выбрать подходящее из списка.



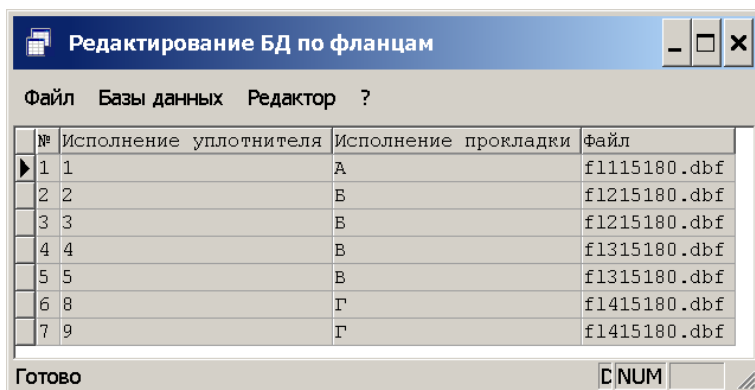
Исполнение	Условное давление, кг/см²	Наружный диаметр прокладки, мм	Внутренний диаметр прокладки, мм
A	10	106	57
A	16	106	57
A	25	106	57
A	40	106	57
A	10	126	75
A	16	126	75
A	25	126	75
A	40	126	75
A	10	141	87
A	16	141	87
A	25	141	87
A	40	141	87
A	10	161	106

В базы данных по фланцам включены следующие параметры:

- *Исполнение* – исполнения уплотнительных поверхностей по ГОСТ 12815-80 (для справки).
- *Условный проход, мм* – диаметр условного прохода (для справки).
- *Условное давление, кг/см²* – условное давление, принимается равным допускаемому давлению для прокладки. Вносится в поле *Допускаемое давление*, см. диалог [Фланец](#) на *Панели ввода* в закладке *Сечение*.
- *Наружный диаметр прокладки, мм* – наружный диаметр прокладки. Вносится в поле *Наружный диаметр прокладки*, см. диалог [Фланец](#) на *Панели ввода* в закладке *Сечение*.
- *Внутренний диаметр прокладки, мм* – внутренний диаметр прокладки. Вносится в поле *Внутренний диаметр прокладки*, см. диалог [Фланец](#) на *Панели ввода* в закладке *Сечение*.

#### *Редактирование БД по фланцам*

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по тройникам необходимо в этом окне выбрать пункт *Фланцы* в меню *Базы данных*

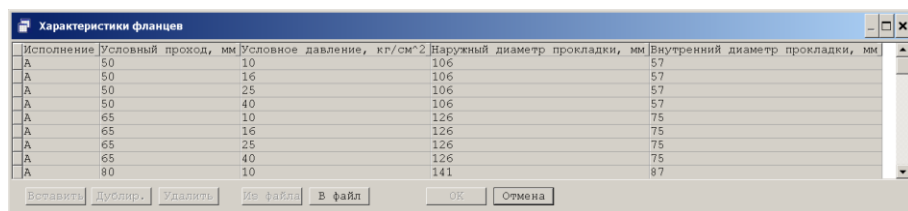


Появившееся окно *Редактирование БД по фланцам* содержит следующие параметры:

- № – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- Файл – имя файла, в котором содержатся характеристики фланцев. Автоматически заполняется программой.

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по фланцам* идентичны таковым в окне *БД по фланцам*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца № (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.



Параметры в открывшемся окне *Характеристики фланцев* идентичны таковым в окне *Характеристики фланцев*, появляющемся при вставке фланца из БД в модель.


Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

## База данных по опорам

В базу данных по опорам входят два типа опор: опоры скольжения / качения и жёсткие подвески.

## База данных по опорам скольжения / качения

Описание	ОСТ
Опора хомутовая скользящая Типы и основные размеры	ОСТ 34-10-617-93

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Опора скольжения / качения](#) на *Панели ввода* в закладке *Сечение* или при вставке опоры с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

Окно *БД по опорам скольжения* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки)
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).

В окне *БД по опорам скольжения* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики опор скольжения* можно выбрать из списка подходящую опору. БД, содержащие детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих к сечению труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Описание	Комментарии	Нару...	Допуска...	Допуска...
	ОСТ 34-10-617-93	57	0.7	0.7
	ОСТ 34-10-617-93	76	1.5	1.5
	ОСТ 34-10-617-93	89	2	2
	ОСТ 34-10-617-93	108	3.6	3.6
	ОСТ 34-10-617-93	133	4.3	4.3
	ОСТ 34-10-617-93	159	6	6
	ОСТ 34-10-617-93	219	11	11
	ОСТ 34-10-617-93	273	19	19
	ОСТ 34-10-617-93	325	25	25
	ОСТ 34-10-617-93	377	30	30
	ОСТ 34-10-617-93	426	36	36
	ОСТ 34-10-617-93	478	36	36
	ОСТ 34-10-617-93	530	45	45

В базы данных по опорам скольжения включены следующие параметры:

- *Описание* – описание детали (для справки).

- *Комментарии* – дополнительное поле для комментариев.
- *Наружный диаметр трубы, мм* – наружный диаметр примыкающих труб.

Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру примыкающих труб в модели.

- *Допускаемая нагрузка (СТАЦ), кН* – допускаемая статическая нагрузка на опору. Вносится в поле *Допускаемая вертикальная нагрузка (СТАЦ)*, см. диалог [Опора скольжения / качения](#) на Панели ввода в закладке *Сечение*.

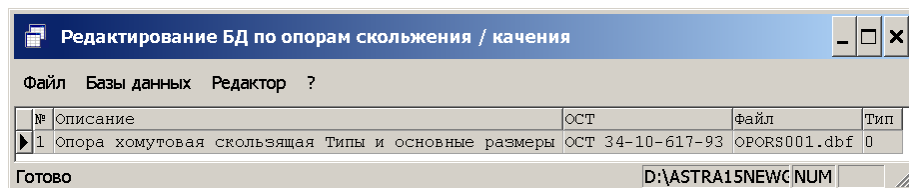
- *Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ), кН* – допускаемая сейсмическая нагрузка на опору. Вносится в поле *Допускаемая вертикальная нагрузка (СЕЙСМ)*, см. диалог [Опора скольжения / качения](#) на Панели ввода в закладке *Сечение*.

Детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих к сечению труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранной опорой в окне *Характеристики опор скольжения*.

### *Редактирование БД по опорам скольжения / качения*

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по опорам скольжения / качения необходимо в этом окне выбрать пункт *Опоры скольжения / качения* в меню *Базы данных*



Появившееся окно *Редактирование БД по опорам скольжения / качения* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики опор скольжения / качения. Автоматически заполняется программой.
- *Тип* – тип материала (для справки).

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по опорам скольжения / качения* идентичны таковым в окне *БД по опорам скольжения / качения*.


Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.

Характеристики опор скольжения / качения				
Описание	Комментарии	Наружный диаметр трубы, мм	Допускаемая нагрузка (СТАЦ), кН	Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ), кН
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 57.0	0.70	0.70	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 76.0	1.50	1.50	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 89.0	2.00	2.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 108.0	3.60	3.60	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 133.0	4.30	4.30	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 159.0	6.00	6.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 219.0	11.00	11.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 273.0	19.00	19.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 325.0	25.00	25.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 377.0	30.00	30.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 426.0	36.00	36.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 478.0	36.00	36.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 530.0	45.00	45.00	
<input type="checkbox"/>	ОСТ 34-10-617-93 630.0	60.00	60.00	

Параметры в открывшемся окне *Характеристики опор скольжения / качения* идентичны таковым в окне *Характеристики опор скольжения / качения*, появляющемся при вставке опоры скольжения из БД в модель.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

### База данных по пружинным подвескам

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Пружинная подвеска](#) на *Панели ввода* в закладке *Сечение* или при вставке пружинной подвески с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

В зависимости от сортамента пружин будут подключаться базы данных по жесткостям пружин:

- ОСТ 108.764.01–80 (прогиб при максимальной нагрузке 70 мм, 140 мм).
- ОСТ 24.125.109–01 (прогиб при максимальной нагрузке 70 мм, 140 мм).
- МВН 049–63 (прогиб при максимальной нагрузке 70 мм, 140 мм).
- Спецпружины (в “горячих” боксах-помещениях).
- Пружины (подвески) постоянного усилия (фирмы LISEGA).
- Пружины LISEGA

**Обратите внимание:** базы данных по пружинам редактировать или удалять нельзя.

Вид базы данных по МВН 049–63 (аналогично для ОСТ 108.764.01–80, ОСТ 24.125.109–01):

МВН 049-63
✕

Жесткости пружинных цепей  $K_u$ , кН/м

Z	Максимальная нагрузка цепи (Pц), кН (на одну тягу)											
	0.95	1.93	2.86	5.04	7.99	11.33	15.32	20.1	23.73	33.54	45.31	56.09
1	13.57	27.57	40.86	72	114.1	161.9	218.9	287.1	339	479.1	647.3	801.3
2	6.786	13.79	20.43	36	57.07	80.93	109.4	143.6	169.5	239.6	323.6	400.6
3	4.524	9.19	13.62	24	38.05	53.95	72.95	95.71	113	159.7	215.8	267.1
4	3.393	6.893	10.21	18	28.54	40.46	54.71	71.79	84.75	119.8	161.8	200.3
5	2.714	5.514	8.171	14.4	22.83	32.37	43.77	57.43	67.8	95.83	129.5	160.3
6	2.262	4.595	6.81	12	19.02	26.98	36.48	47.86	56.5	79.86	107.9	133.6
7	1.939	3.939	5.837	10.29	16.31	23.12	31.27	41.02	48.43	68.45	92.47	114.5
8	1.696	3.446	5.107	9	14.27	20.23	27.36	35.89	42.37	59.89	80.91	100.2
9	1.508	3.063	4.54	8	12.68	17.98	24.32	31.9	37.67	53.24	71.92	89.03
10	1.357	2.757	4.086	7.2	11.41	16.19	21.89	28.71	33.9	47.91	64.73	80.13

Обозначения пружин

Z	$\lambda$ (мм)		Максимальная нагрузка цепи (Pц), кН (на одну тягу)											
			0.95	1.93	2.86	5.04	7.99	11.33	15.32	20.1	23.73	33.54	45.31	56.09
2	140	Мпр	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	21	22
		Нсв, мм	242	303	322	394	345	405	373	413	497	507	543	473
1	70	Мпр	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	24	25
		Нсв, мм	126	158	168	206	184	216	203	225	268	276	296	264

Примечание:  $\lambda$  – прогиб при максимальной нагрузке, Z – структура цепи:  
1=1, 2=2, 3=2+1, 4=2+2, 5=2+2+1, 6=2+2+2,  
7=2+2+2+1, 8=2+2+2+2, 9=2+2+2+2+1, 10=2+2+2+2+2  
Нсв – свободная высота пружины

ОК

Отмена

Для выбора пружины выберите столбец с максимальной нагрузкой цепи, найдите в ячейках столбца нужную жесткость и дважды нажмите левой клавишей мыши на этой ячейке.

Вид базы данных по спецпружинам:

Жесткости спецпружин, кН/м				
Максимальные нагрузки спецпружин в холодном состоянии, кН				
	0.677	11.77	23.54	23.14
Максимальные нагрузки спецпружин в рабочем состоянии, кН				
Z	0.589	10.59	16.67	20.59
1	9.666	168.1	287.1	165.3
2	4.833	84.07	143.5	82.64
3	3.222	56.05	95.69	55.1
4	2.416	42.04	71.77	41.32
5	1.933	33.63	57.42	33.06
6	1.611	28.02	47.85	27.55
7	1.381	24.02	41.01	23.61
8	1.208	21.02	35.88	20.66
9	1.074	18.68	31.9	18.37
10	0.967	16.81	28.71	16.53

Для выбора пружины выберите столбец с максимальной нагрузкой на спецпружину в рабочем и холодном состоянии, найдите в ячейках столбца нужную жесткость и дважды нажмите левой клавишей мыши на этой ячейке.

База данных по подвескам постоянного усилия фирмы LISEGA для типов 11 C3 19 – 11 96 15:

Подвески постоянного усилия LISEGA												
Тип					Нагрузка (кН)							
			11 C3		0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
			11 D3	11 D2	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.38	0.40
	11 15	11 14	11 13	11 12	0.50	0.54	0.58	0.63	0.67	0.71	0.75	0.79
	11 25	11 24	11 23	11 22	1.00	1.08	1.17	1.25	1.33	1.42	1.50	1.58
	11 35	11 34	11 33	11 32	2.00	2.17	2.33	2.50	2.67	2.83	3.00	3.17
	11 45	11 44	11 43	11 42	4.00	4.33	4.66	5.00	5.33	5.66	6.00	6.33
	11 55	11 54	11 53	11 52	8.00	8.67	9.33	10.00	10.67	11.33	12.00	12.67
11 66	11 65	11 64	11 63	11 62	16.00	17.33	18.66	20.00	21.33	22.66	24.00	25.33
11 76	11 75	11 74	11 73	11 72	24.00	26.00	28.00	30.00	32.00	34.00	36.00	38.00
11 86	11 85	11 84	11 83	11 82	32.00	34.66	37.33	40.00	42.66	45.33	48.00	50.66
11 96	11 95	11 94	11 93	11 92	40.00	43.33	46.66	50.00	53.33	56.66	60.00	63.33
12 86	12 85	12 84	12 83	12 82	64.00	69.33	74.66	80.00	85.33	90.66	96.00	101.30
12 96	12 95	12 94	12 93	12 92	80.00	86.66	93.30	100.00	106.70	113.30	120.00	126.70
13 86	13 85	13 84	13 83	13 82	96.00	104.00	112.00	120.00	128.00	136.00	144.00	152.00
13 96	13 95	13 94	13 93	13 92	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00
14 86	14 85	14 84	14 83	14 82	128.00	138.70	149.30	160.00	170.70	181.30	192.00	202.70
14 96	14 95	14 94	14 93	14 92	160.00	173.30	186.70	200.00	213.30	226.70	240.00	253.30
					Перемещение (мм)							
					135.00	140.00	145.00	150.00	145.00	140.00	135.00	130.00
					270.00	280.00	290.00	300.00	290.00	280.00	270.00	260.00
					405.00	420.00	435.00	450.00	435.00	420.00	405.00	390.00
					540.00	560.00	580.00	600.00	580.00	560.00	540.00	520.00
					675.00	700.00	725.00	750.00	725.00	700.00	675.00	650.00

Для введения нагрузки пружины усилия в ячейках таблицы нужную нагрузку и жёсткость пружины (или диапазон перемещений) и дважды нажмите левой клавишей мыши на этой ячейке.

База данных: *Пружинные подвески, тип 21, Пружинные подвески, тип 25, Пружинные опоры, тип 29, Наклонные пружинные опоры, тип 20* – представлены в следующей таблице:

Пружины LISEGA												
Тип пружины		Обозначение типа										
21, 25, 29, 20		21 C2 19	21 D. 19	21 1. 18	21 2. 18	21 3. 18	21 4. 18	21 5. 18	21 6. 18	21 7. 18	21 8. 18	21 9. 18
Диапазон перемещений		25 D. 19	25 1. 18	25 2. 18	25 3. 18	25 4. 18	25 5. 18	25 6. 18	25 7. 18	25 8. 18	25 9. 18	
1 2 3 4 5		29 C2 19	29 D. 19	29 1. 18	29 2. 18	29 3. 18	29 4. 18	29 5. 18	29 6. 18	29 7. 18	29 8. 18	29 9. 18
Рабочее перемещение (мм)		20 D2 19	20 12 14	20 22 14	20 32 14	20 42 14	20 52 14	20 62 14	20 72 14	20 82 14	20 92 14	
Нагрузка (кН)												
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04	0.12	0.41	0.83	1.66	3.33	6.66	33.33
2.5	5.0	10.0	15.0	20.0	0.05	0.14	0.45	0.91	1.83	3.66	7.33	36.66
5.0	10.0	20.0	30.0	40.0	0.06	0.16	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	40.00
7.5	15.0	30.0	45.0	60.0	0.07	0.18	0.54	1.08	2.16	4.33	8.66	43.33
10.0	20.0	40.0	60.0	80.0	0.08	0.20	0.58	1.16	2.33	4.66	9.33	46.66
12.5	25.0	50.0	75.0	100.0	0.09	0.22	0.62	1.25	2.50	5.00	10.00	50.00
15.0	30.0	60.0	90.0	120.0	0.10	0.24	0.66	1.33	2.66	5.33	10.66	53.33
17.5	35.0	70.0	105.0	140.0	0.11	0.26	0.70	1.41	2.83	5.66	11.33	56.66
20.0	40.0	80.0	120.0	160.0	0.12	0.28	0.75	1.50	3.00	6.00	12.00	60.00
22.5	45.0	90.0	135.0	180.0	0.13	0.30	0.79	1.58	3.16	6.33	12.66	63.33
25.0	50.0	100.0	150.0	200.0	0.14	0.32	0.83	1.66	3.33	6.66	13.33	66.66
27.5	55.0	110.0	165.0	220.0	0.16	0.34	0.87	1.75	3.50	7.00	14.00	70.00
30.0	60.0	120.0	180.0	240.0	0.17	0.36	0.91	1.83	3.66	7.33	14.66	73.33
32.5	65.0	130.0	195.0	260.0	0.18	0.38	0.95	1.91	3.83	7.66	15.33	76.66
35.0	70.0	140.0	210.0	280.0	0.19	0.40	1.00	2.00	4.00	8.00	16.00	80.00
37.5	75.0	150.0	225.0	300.0	0.20	0.42	1.04	2.08	4.16	8.33	16.66	83.33
40.0	80.0	160.0	240.0	320.0	0.21	0.44	1.08	2.16	4.33	8.66	17.33	86.66
42.5	85.0	170.0	255.0	340.0	0.22	0.46	1.12	2.25	4.50	9.00	18.00	90.00
45.0	90.0	180.0	270.0	360.0	0.23	0.48	1.16	2.33	4.66	9.33	18.66	93.33
47.5	95.0	190.0	285.0	380.0	0.24	0.50	1.20	2.41	4.83	9.66	19.33	96.66
50.0	100.0	200.0	300.0	400.0	0.25	0.52	1.25	2.50	5.00	10.00	20.00	100.00
Жесткость пружины (кН/мм)												
									33.3	66.6	100.0	166.6
								11.1	22.2	44.4	88.9	177.8
	2.1	4.1	8.3	16.6	33.3	66.6	133.3	266.6	533.3	1066.6	2133.3	4266.6
21	4.1	8.3	16.6	33.3	66.6	133.3	266.6	533.3	1066.6	2133.3	4266.6	8533.3
	8.3	16.6	33.3	66.6	133.3	266.6	533.3	1066.6	2133.3	4266.6	8533.3	17066.6

Для введения нагрузки пружины усилия в ячейках таблицы нужную нагрузку и жёсткость пружины (или диапазон перемещений) и дважды нажмите левой клавишей мыши на этой ячейке.



База данных: *Пружинные подвески, тип 22, Посадочные пружинные подвески переменного усилия, тип 26, Пружинные опоры, тип 28* – представлены в следующей таблице:

Пружины LISEGA


Тип пружины		22, 26, 28		Обозначение типа					
Диапазон перемещений				22 1. 19	22 2. 19	22 3. 19	22 4. 19	22 5. 19	
				26 1. 19	26 2. 19	26 3. 19	26 4. 19	26 5. 19	
				28 1. 19	28 2. 19	28 3. 19	28 4. 19	28 5. 19	
Рабочее перемещение (мм)				Нагрузка (кН)					
0.0	0.0	0.0	53.33	66.66	80.00	100.00	133.33		
2.5	5.0	10.0	58.66	73.33	88.00	110.00	146.66		
5.0	10.0	20.0	64.00	80.00	96.00	120.00	160.00		
7.5	15.0	30.0	69.33	86.66	104.00	130.00	173.33		
10.0	20.0	40.0	74.66	93.33	112.00	140.00	186.66		
12.5	25.0	50.0	80.00	100.00	120.00	150.00	200.00		
15.0	30.0	60.0	85.33	106.66	128.00	160.00	213.33		
17.5	35.0	70.0	90.66	113.33	136.00	170.00	226.66		
20.0	40.0	80.0	96.00	120.00	144.00	180.00	240.00		
22.5	45.0	90.0	101.33	126.66	152.00	190.00	253.33		
25.0	50.0	100.0	106.66	133.33	160.00	200.00	266.66		
27.5	55.0	110.0	112.00	140.00	168.00	210.00	280.00		
30.0	60.0	120.0	117.33	146.66	176.00	220.00	293.33		
32.5	65.0	130.0	122.66	153.33	184.00	230.00	306.66		
35.0	70.0	140.0	128.00	160.00	192.00	240.00	320.00		
37.5	75.0	150.0	133.33	166.66	200.00	250.00	333.33		
40.0	80.0	160.0	138.66	173.33	208.00	260.00	346.66		
42.5	85.0	170.0	144.00	180.00	216.00	270.00	360.00		
45.0	90.0	180.0	149.33	186.66	224.00	280.00	373.33		
47.5	95.0	190.0	154.66	193.33	232.00	290.00	386.66		
50.0	100.0	200.0	160.00	200.00	240.00	300.00	400.00		
				Жёсткость пружины (кН/м)					
				533.3	666.6	800.0	1000.0	1333.3	
				1066.6	1333.3	1600.0	2000.0	2666.6	
				2133.3	2666.6	3200.0	4000.0	5333.3	

OK

Отмена

Для введения нагрузки пружины усилия в ячейках таблицы нужную нагрузку и жёсткость пружины (или диапазон перемещений) и дважды нажмите левой клавишей мыши на этой ячейке.

## База данных по пружинным опорам

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Пружинная опора](#) на *Панели ввода* в закладке *Сечение* или при вставке пружинной опоры с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

В зависимости от сортамента пружин будут подключаться базы данных по жесткостям пружин:

- ОСТ 108.764.01–80 (прогиб при максимальной нагрузке 70 мм, 140 мм).
- ОСТ 24.125.109–01 (прогиб при максимальной нагрузке 70 мм, 140 мм).

**Обратите внимание:** базы данных по пружинам редактировать или удалять нельзя.

ОСТ 108.764.01-80

Жесткости пружинных цепей  $K_u$ , кН/м

Z	Максимальная нагрузка цепи ( $P_c$ ), кН (на одну тягу)								
	8	11.67	16.34	19.66	26.34	32.6	40	48.6	58.45
1	114.3	166.7	233.4	280.9	376.3	465.7	571.4	694.3	835
2	57.14	83.36	116.7	140.4	188.1	232.9	285.7	347.1	417.5
3	38.1	55.57	77.81	93.62	125.4	155.2	190.5	231.4	278.3
4	28.57	41.68	58.36	70.21	94.07	116.4	142.9	173.6	208.8
5	22.86	33.34	46.69	56.17	75.26	93.14	114.3	138.9	167
6	19.05	27.79	38.9	46.81	62.71	77.62	95.24	115.7	139.2
7	16.33	23.82	33.35	40.12	53.76	66.53	81.63	99.18	119.3
8	14.29	20.84	29.18	35.11	47.04	58.21	71.43	86.79	104.4
9	12.7	18.52	25.94	31.21	41.81	51.75	63.49	77.14	92.78
10	11.43	16.67	23.34	28.09	37.63	46.57	57.14	69.43	83.5

Обозначения пружин

Z	$\lambda$ (мм)		Максимальная нагрузка цепи ( $P_c$ ), кН (на одну тягу)								
			8	11.67	16.34	19.66	26.34	32.6	40	48.6	58.45
1	70	Нпр	04	05	06	07	08	09	10	11	12
		Нсв, мм	177	188	201	226	221	277	289	304	284
2	140	Нпр	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		Нсв, мм	327	346	369	414	399	507	528	549	508

$\lambda$  – прогиб при максимальной нагрузке  
Z – структура цепи: 1=1, 2=2, 3=2+1, 4=2+2, 5=2+2+1, 6=2+2+2  
7=2+2+2+1, 8=2+2+2+2, 9=2+2+2+2+1, 10=2+2+2+2+2  
Нсв – свободная высота пружины

OK

Отмена

**ОСТ 24.125.109-01 (ОСТ 24.125.166-01)**

**Жёсткости пружинных цепей  $K_u$ , кН/м**

Z	Максимальная нагрузка цепи ( $R_n$ ), кН (на одну тягу)						
	11.67	19.66	32.6	40	48.6	58.45	
1	166.7	280.9	465.7	571.4	694.3	835	
2	83.36	140.4	232.9	285.7	347.1	417.5	
3	55.57	93.62	155.2	190.5	231.4	278.3	
4	41.68	70.21	116.4	142.9	173.6	208.8	
5	33.34	56.17	93.14	114.3	138.9	167	
6	27.79	46.81	77.62	95.24	115.7	139.2	
7	23.82	40.12	66.53	81.63	99.18	119.3	
8	20.84	35.11	58.21	71.43	86.79	104.4	
9	18.52	31.21	51.75	63.49	77.14	92.78	
10	16.67	28.09	46.57	57.14	69.43	83.5	

**Обозначения пружин**

Z	$\lambda$ (мм)		Максимальная нагрузка цепи ( $R_n$ ), кН (на одну тягу)						
			11.67	19.66	32.6	40	48.6	58.45	
1	70	Нпр	25	27	29	30	31	32	
		Нсв, мм	188	226	277	289	304	284	
2	140	Нпр	05	07	09	10	11	12	
		Нсв, мм	346	414	507	528	549	508	

$\lambda$  – прогиб при максимальной нагрузке  
 Z – структура цепи: 1=1, 2=2, 3=2+1, 4=2+2, 5=2+2+1, 6=2+2+2  
 7=2+2+2+1, 8=2+2+2+2, 9=2+2+2+2+1, 10=2+2+2+2+2  
 Нсв – свободная высота пружины

OK Отмена


Для выбора пружины выберите столбец с максимальной нагрузкой цепи, найдите в ячейках столбца нужную жесткость и дважды нажмите левой клавишей мыши на этой ячейке.

## База данных по жестким подвескам

**БД по жёстким подвескам**

Описание: Блок подвески комутный для горизонтальных трубопроводов Конструкция и размеры ОСТ 34-10-725-93

OK Отмена

Окно появляется при нажатии кнопки *Выбор из БД* в диалоге [Жесткая подвеска](#) на Панели ввода в закладке *Сечение* или при вставке подвески с помощью кнопки  на панели инструментов [Элементы](#).

Окно *БД по жёстким подвескам* содержит следующие параметры:

- *Описание* – описание БД (для справки)
- *ОСТ* – нормативный документ, которому соответствует БД (для справки).

В окне *БД по жёстким подвескам* необходимо указать двойным нажатием требуемую БД. В открывшемся окне *Характеристики жёстких подвесок* можно выбрать из списка подходящую подвеску. БД, содержащие детали, подходящие по

наружному диаметру примыкающих к сечению труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Характеристики жёстких подвесок					
	Описание	Комментарии	Нару...	Допуска...	Допуска...
		ОСТ 34-10-725-93	57	0.9	0.9
		ОСТ 34-10-725-93	76	1.5	1.5
		ОСТ 34-10-725-93	89	2	2
		ОСТ 34-10-725-93	108	2.9	2.9
		ОСТ 34-10-725-93	133	3.8	3.8
		ОСТ 34-10-725-93	159	5.4	5.4
		ОСТ 34-10-725-93	219	11.7	11.7
		ОСТ 34-10-725-93	273	18.1	18.1
		ОСТ 34-10-725-93	325	23.5	23.5
		ОСТ 34-10-725-93	377	28.4	28.4
		ОСТ 34-10-725-93	426	33.3	33.3
		ОСТ 34-10-725-93	530	33.3	33.3

OK Отмена

В базы данных по жёстким подвескам включены следующие параметры:

- *Описание* – описание детали (для справки).
- *Комментарии* – дополнительное поле для комментариев.
- *Наружный диаметр трубы, мм* – наружный диаметр примыкающих труб.

Используется для поиска детали в БД по наружному диаметру примыкающих труб в модели.

- *Допускаемая нагрузка (СТАЦ), кН* – допускаемая статическая нагрузка на подвеску. Вносится в поле *Допускаемая вертикальная нагрузка (СТАЦ)*, см. диалог [Жёсткая подвеска](#) на Панели ввода в закладке *Сечение*.

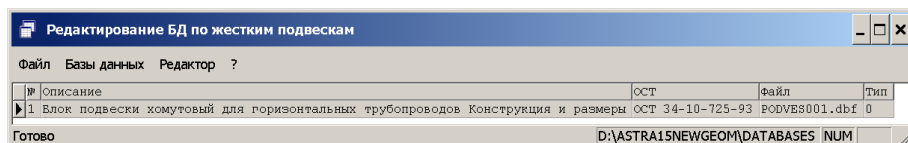
- *Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ), кН* – допускаемая сейсмическая нагрузка на подвеску. Вносится в поле *Допускаемая вертикальная нагрузка (СЕЙСМ)*, см. диалог [Жёсткая подвеска](#) на Панели ввода в закладке *Сечение*.

Детали, подходящие по наружному диаметру примыкающих труб/отводов/тройников, в списке не подкрашиваются (см. [Автоматический поиск деталей в БД](#)).

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранной подвеской в окне *Характеристики подвесок*.

## Редактирование БД по жёстким подвескам

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по жёстким подвескам необходимо в этом окне выбрать пункт *Жёсткие подвески* в меню *Базы данных*



Появившееся окно *Редактирование БД по жёстким подвескам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер БД. Автоматически заполняется программой.
- *Файл* – имя файла, в котором содержатся характеристики жёстких подвесок. Автоматически заполняется программой.
- *Тип* – тип материала (для справки).

Остальные параметры в окне *Редактирование БД по жёстким подвескам* идентичны таковым в окне *БД по жёстким подвескам*.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.

Описание	Комментарии	Наружный диаметр трубы, мм	Допускаемая нагрузка (СТАЦ), кН	Допускаемая нагрузка (СЕЙСМ), кН
ОСТ 34-10-725-93	57.00	0.90	0.90	
ОСТ 34-10-725-93	76.00	1.50	1.50	
ОСТ 34-10-725-93	89.00	2.00	2.00	
ОСТ 34-10-725-93	108.00	2.90	2.90	
ОСТ 34-10-725-93	133.00	3.80	3.80	
ОСТ 34-10-725-93	159.00	5.40	5.40	
ОСТ 34-10-725-93	219.00	11.70	11.70	
ОСТ 34-10-725-93	273.00	18.10	18.10	
ОСТ 34-10-725-93	325.00	23.50	23.50	
ОСТ 34-10-725-93	377.00	28.40	28.40	
ОСТ 34-10-725-93	426.00	33.30	33.30	
ОСТ 34-10-725-93	530.00	33.30	33.30	

Параметры в открывшемся окне *Характеристики жёстких подвесок* идентичны таковым в окне *Характеристики жёстких подвесок*, появляющемся при вставке жёсткой подвески из БД в модель.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

## База данных по грунтам

Наименование	Описание	Мо...	Козф...	Коз...	У...	Плот...	Сцепле...	Нес...	Козфф...	У...	У...
пески	песок крупный	29.430	0.30	0.65	30	1.52	0.000981	0.1472	2648.7	63	45
пески	песок мелкий	29.430	0.38	0.65	30	1.55	0.001962	0.1570	2060.1	63	45
суглинки	суглинки с консистенцией от 0.3 до 0.75	39.240	0.33	0.42	19	2.10	0.009810	0.1962	3433.5	90	63
пески	песок мелкий тяжелый	29.430	0.38	0.65	30	1.70	0.000981	0.1570	2060.1	63	45
торф	торф влажный	0.265	0.45	15.50	10	0.50	0.001962	0.0137	981.0	90	90
торф	торф сухой	0.265	0.45	15.50	10	0.50	0.001962	0.0137	490.5	90	90

Окно появляется при нажатии кнопки **БД** в диалоге *Грунт* (меню *Данные* пункт Грунты) после нажатия клавиши *Новое* или *Редактировать* в возникшем окне *Свойства грунта*.

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным грунтом в окне *БД по грунтам*.

В базу данных включены следующие параметры:

- *Наименование* – наименование грунта в соответствии с классификацией по ГОСТу, ТУ или другим нормативным документам.

- *Описание* – ввод краткого описания грунта.

- *Модуль упругости, МПа* – действительное число.

- *Коэффициент Пуассона* – действительное число.

- *Коэффициент пористости* – действительное число.

- *Угол внутреннего трения, град* – действительное число.

- *Плотность, т/м<sup>3</sup>* – действительное число.

- *Сцепление, МПа* – действительное число.

- *Несущая способность, МПа* – действительное число.

- *Коэффициент сопротивления продольным перемещениям, кН/м<sup>3</sup>* – действительное число.

- *Угол крутизны откоса при глубине траншеи  $h \leq 1,5$  м, град* – действительное число.

- *Угол крутизны откоса при глубине траншеи  $h \leq 3,0$  м, град* – действительное число.

- *Угол крутизны откоса при глубине траншеи  $h \leq 5,0$  м, град* – действительное число.

- *Тип грунта* – целое положительное число.

Подробнее описание характеристик см. меню *Данные*, пункт Грунты...

### Редактирование БД по грунтам

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по грунтам необходимо в этом окне выбрать пункт *Грунты* в меню *Базы данных*

Редактирование БД по грунтам						
Файл	Базы данных	Редактор	?			
№	Наименование	Описание	Модуль деформации, МПа	Козф. Пуассона	Козф. пористости	Угол внутри
1	пески	песок крупный	29.430	0.30	0.65	30
2	пески	песок мелкий	29.430	0.38	0.65	30
3	суглинки	суглинки с консистенцией от 0.3 до 0.75	39.240	0.33	0.42	19
4	пески	песок мелкий тяжелый	29.430	0.38	0.65	30
5	торф	торф влажный	0.265	0.45	15.50	10
6	торф	торф сухой	0.265	0.45	15.50	10

Готово D:\ASTRA15NEWGEOM\DATABASES NUM

Окно *Редактирование БД по грунтам* содержит параметры идентичные таковым в окне *БД по грунтам*, появляющемся при вставке грунта из БД в модель.

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

### База данных по спектрам ответа

БД по спектрам					
№	Описание	Файл	Еди...	Еди...	
1	ПНАЭ Г-7-002-86 рис. П9.1, П9.2 отм. 0	SPECTR501.dbf	Гц	м/с <sup>2</sup>	
2	ПНАЭ Г-7-002-86 рис. П9.1, П9.2 отм. +30	SPECTR502.dbf	Гц	м/с <sup>2</sup>	
3	ПНАЭ Г-7-002-86 рис. П9.1, П9.2 отм. +35	SPECTR503.dbf	Гц	м/с <sup>2</sup>	
4	ПНАЭ Г-7-002-86 рис. П9.1, П9.2 отм. +40	SPECTR504.dbf	Гц	м/с <sup>2</sup>	
5	ПНАЭ Г-7-002-86 рис. П9.1, П9.2 отм. +50	SPECTR505.dbf	Гц	м/с <sup>2</sup>	

OK Отмена

Окно появляется при выборе пункта [Спектр ответов \(проекции\) из БД](#) в диалоге *Сейсмовоздействия* (меню *Данные* пункт *Сейсмические воздействия...*) после нажатия клавиши *Новое*.

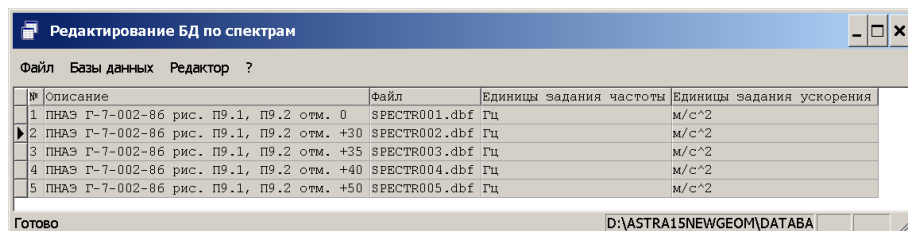
Окно *БД по спектрам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер спектра в БД. Автоматически заполняется программой;
- *Описание* – информация о воздействии. Можно указать место землетрясения, сейсмичность, демпфирование и другие параметры землетрясения (не более 80 символов, заполнять не обязательно, но желательно);
- *Файл* – файл, в котором хранятся данные. Автоматически заполняется программой;
- *Единицы задания частоты* – единицы измерения, Гц, рад/с;
- *Единицы задания ускорения* – единицы измерения, м/с<sup>2</sup>, см/с<sup>2</sup>, доли “g”.

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранным спектром ответа в окне *БД по спектрам*. В появившемся окне *Спектр ответов (проекции)* отредактируйте или добавьте необходимые параметры и нажмите кнопку *OK*.

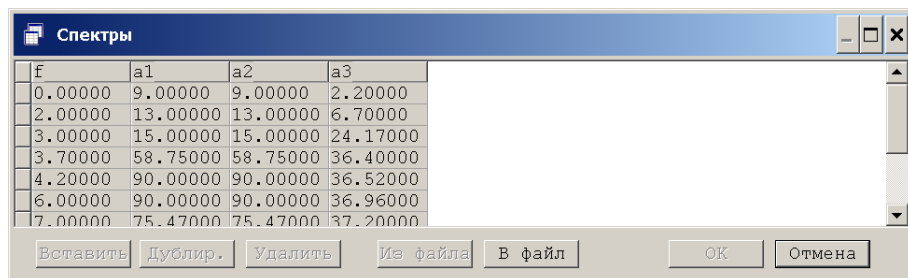
## Редактирование БД по спектрам ответа

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по спектрам ответа необходимо в этом окне выбрать пункт *Спектры* в меню *Базы данных*



Параметры в открывшемся окне *Редактирование БД по спектрам* содержит параметры, идентичные таковым в окне *БД по спектрам*, появляющемся при вставке спектра из БД в модель.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца *№* (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.



Окно *Спектры* содержит следующие параметры:

- $f$  – частота, с;
- $a1, a2, a3$  – спектры ответа при заданной частоте по взаимно ортогональным горизонтальным осям 1 и 2 ( $a1 = a_x$  и  $a2 = a_y$ ) и по вертикальной оси ( $a3 = a_z$ ) в выбранных единицах задания ускорения (м/с<sup>2</sup>, см/с<sup>2</sup>, доли “g”).

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).



## База данных по ответным акселерограммам

№	Описание	Файл	Едини...	Един...
1	Joshua Tree	ACS501.dbf	сек	доли "g"
2	North Palm Springs	ACS502.dbf	сек	доли "g"
3	Sierra Madre	ACS503.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
4	Whittier Narrows	ACS504.dbf	сек	см/с <sup>2</sup>
5	Синтезированная акселерограмма VB1 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS505.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
6	Синтезированная акселерограмма VB2 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS506.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
7	Синтезированная акселерограмма VB3 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS507.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
8	Синтезированная акселерограмма VB4 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS508.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
9	Синтезированная акселерограмма VB5 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS509.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
10	Синтезированная акселерограмма VB6 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS510.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
11	Синтезированная акселерограмма VB7 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS511.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
12	Синтезированная акселерограмма VB8 из ДБН В.1.1-12-2006	ACS512.dbf	сек	м/с <sup>2</sup>
13	HOLLISTE	ACS513.dbf	сек	см/с <sup>2</sup>
14	LACC NOR	ACS514.dbf	сек	см/с <sup>2</sup>
15	NEWHALL	ACS515.dbf	сек	см/с <sup>2</sup>
16	S_MONICA	ACS516.dbf	сек	см/с <sup>2</sup>

Окно появляется при выборе пункта [Ответная акселерограмма \(проекции\) из БД](#) в диалоге *Сейсмовоздействия* (меню *Данные* пункт *Сейсмические воздействия...*) после нажатия клавиши *Новое*.

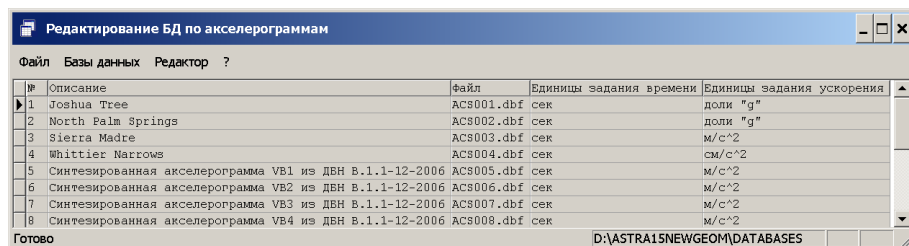
Окно *БД по акселерограммам* содержит следующие параметры:

- *№* – порядковый номер акселерограммы в БД. Автоматически заполняется программой;
- *Описание* – информация о воздействии. Можно указать место землетрясения, сейсмичность, демпфирование и другие параметры землетрясения (не более 80 символов, заполнять не обязательно, но желательно);
- *Файл* – файл, в котором хранятся данные. Автоматически заполняется программой;
- *Единицы задания времени* – единицы измерения, сек;
- *Единицы задания ускорения* – единицы измерения, м/с<sup>2</sup>, см/с<sup>2</sup>, доли “g”.

Для введения параметров в данные модели необходимо дважды нажать левой клавишей мыши на строке с выбранной ответной акселерограммой в окне *БД по акселерограммам*. В появившемся окне *Ответная акселерограмма (проекции)* отредактируйте или добавьте необходимые параметры и нажмите кнопку *ОК*.

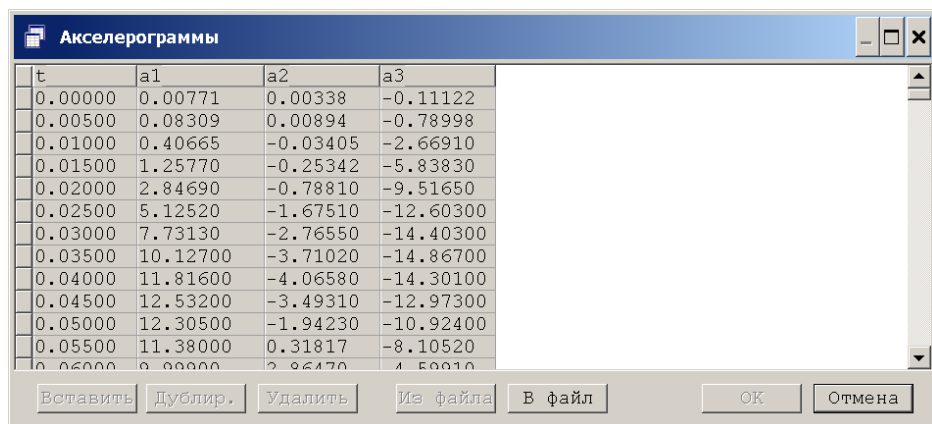
### Редактирование БД по ответным акселерограммам

Окно *Редактирование БД* появляется при выборе одноимённого пункта в меню *Файл*. Для просмотра или редактирования БД по спектрам ответа необходимо в этом окне выбрать пункт *Акселерограммы* в меню *Базы данных*



Параметры в открывшемся окне *Редактирование БД по акселерограммам* содержит параметры, идентичные таковым в окне *БД по акселерограммам*, появляющемся при вставке акселерограммы из БД в модель.

Для просмотра/редактирования БД необходимо выбрать интересующую БД и дважды нажать левой клавишей мыши на поле, расположенное левее столбца № (порядковый номер БД) или в поле *Файл*.



Окно *Акселерограммы* содержит следующие параметры:

- $t$  – время, с;

- $a_1, a_2, a_3$  – три проекции вектора амплитуды ускорения на оси координат записи акселерограммы: взаимно ортогональные горизонтальные оси 1 и 2 ( $a_1 = a_x$  и  $a_2 = a_y$ ) и вертикальную ось ( $a_3 = a_z$ ) в выбранных единицах задания ускорения (м/с<sup>2</sup>, см/с<sup>2</sup>, доли “g”).

Подробное описание приёмов редактирования БД см. [Редактирование БД](#).

## Редактирование БД по материалам

### Редактирование БД

Редактирование БД по трубам		
Файл	Базы данных	Редактор ?
№	Описание	ОСТ
1	Трубы бесшовные из коррозионно-стойкой стали для трубопроводов АЭС	ОСТ 24.125.01-8
2	Трубы бесшовные из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей для трубопр. АЭС	ОСТ 24.125.30-8
3	Трубы в ППУ изоляции (б/к)	
4	Трубы в минеральной вате	
5	Трубы крутоизогнутые	ОСТ 34-10-421-9
6	Трубы крутоизогнутые	ОСТ 34-42-662-8
7	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<48.3	ГОСТ 10704-91
8	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<219 толщина стенки<2.8	ГОСТ 10704-91
9	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<54	ГОСТ 10704-91
10	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<219 толщина стенки<8.0	ГОСТ 10704-91
11	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<1420	ГОСТ 10704-91
12	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<1120	ГОСТ 10704-91
13	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ Dн<1020	ГОСТ 10704-91
14	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ D25-152	ТУ 14-3Р-55-200
15	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ D219-299	ТУ 14-3Р-55-200
16	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ D325-530	ТУ 14-3Р-55-200
17	Трубы СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ D76-325	ТУ 14-3Р-55-200
18	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ D159-194	ТУ 14-3Р-55-200

Пункт [Редактирование БД](#) в меню *Файл* вызывает программу редактирования баз данных по трубам, отводам, тройникам, переходам, арматуре, компенсаторам, жёстким подвескам, опорам скольжения, фланцам, грунтам, сейсмическим воздействиям.

Пополняемые базы данных состоят из первоначального неизменяемого “ядра”, созданного на основе нормативных отраслевых документов и поставляемого с комплексом **АСТРА-НОВА’2021**.

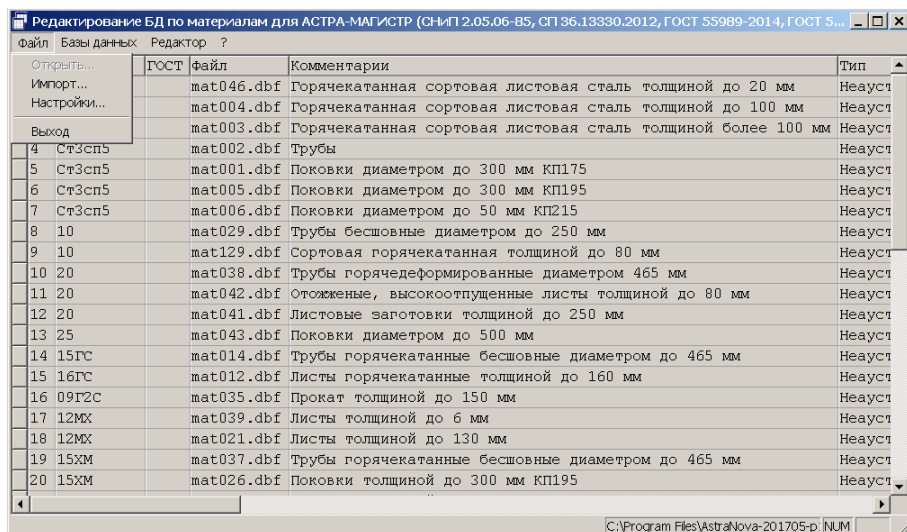
**Обратите внимание:** неизменяемые материалы из “ядра” базы данных редактировать или удалять нельзя.

Пользователь может самостоятельно редактировать (добавлять, удалять, изменять) дополнительные БД.

Диалоговое окно *Редактирование БД* состоит из:

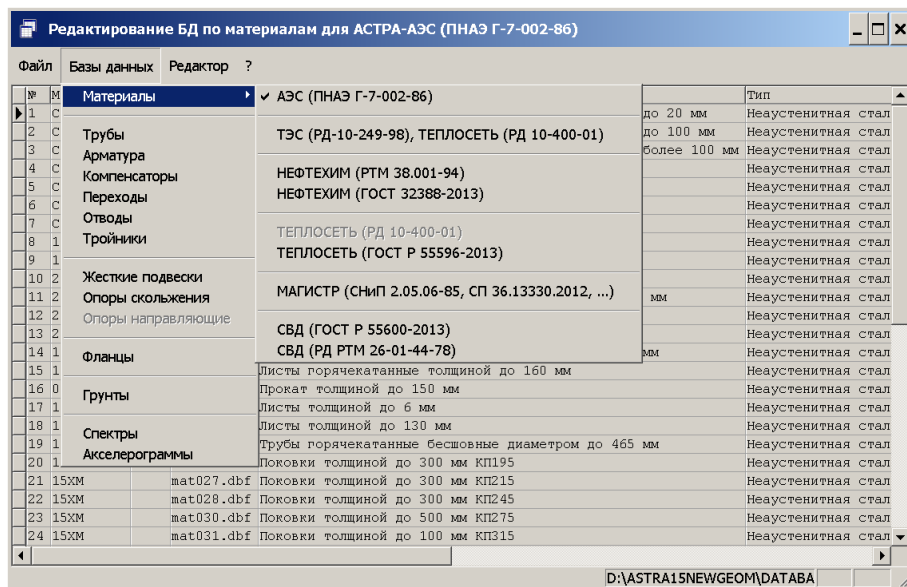
- заголовка окна, где указывается, какая БД открыта;
- пунктов меню: [Файл](#), [Базы данных](#), [Редактор](#), ? (помощь);
- таблицы для просмотра и редактирования файлов БД.

## Меню Файл



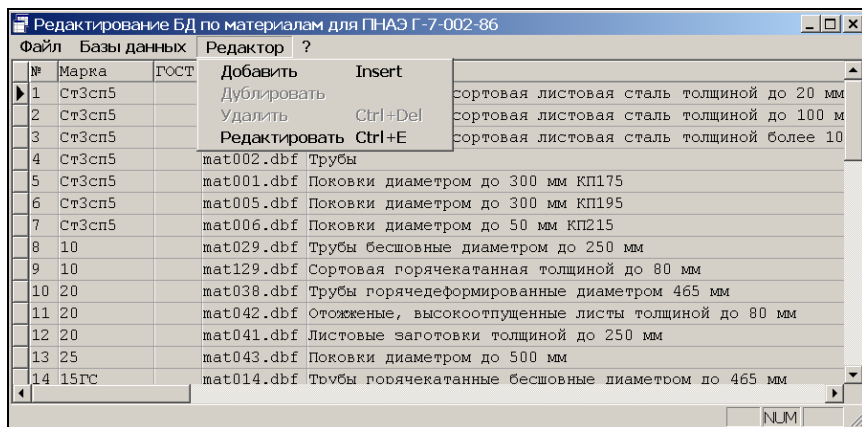
- *Импорт...* – импорт данных по материалам для отраслевой ветви АСТРА-МАГИСТР из файла открытого формата СТАРТа (\*.ini);
- *Настройки...* – см. меню *Файл*, пункт [Настройки](#) закладка *Общие*;
- *Выход* – закрытие программы для редактирования *БД*.

## Меню Базы данных



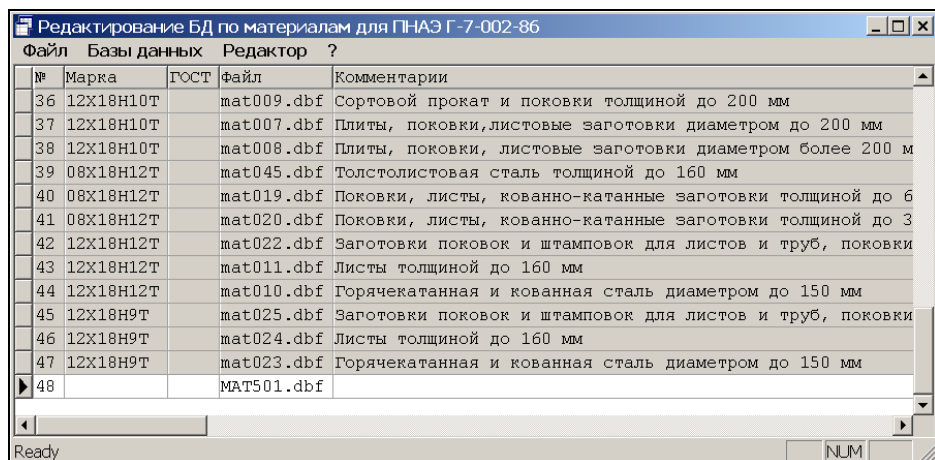
Позволяет выбрать для просмотра и редактирования базы данных по материалам в соответствии с необходимыми отраслевыми нормами ПНАЭ Г-7-002–86 [1] (*АСТРА-АЭС*), РД 10-249–98 [2] (*АСТРА-ТЭС*), РТМ 38.001–94 [3], ГОСТ 32388-2013 [4] (*АСТРА-НЕФТЕХИМ*), РД 10-400–01 [5], ГОСТ Р 55596-2013 [6] (*АСТРА-ТЕПЛОСЕТЬ*) СНиП 2.05.06–85 [7], СП 36.13330.2012 [8], ГОСТ Р 55989-2014 [9], ГОСТ Р 55990-2014 [10] (*АСТРА-МАГИСТР*), РД РТМ 26-01-44-78 [11], ГОСТ 55600-2013 [12] (*АСТРА-СВД*), РД5Р.4322-86 [13] (*АСТРА-СУДПРОМ*), трубам [34–40], отводам [34, 35, 50–53], переходам [35, 45–49], тройникам [54–61], компенсаторам [41–44], арматуре, жёстким подвескам [62], опорам скольжения [63], фланцам [64], грунтам, сейсмическим воздействиям (спектрам [1] и акселерограммам [25]).

## Меню Редактор



Данное меню предназначено для пополнения и редактирования выбранной базы данных. Строки таблицы, соответствующие базам данных “разработчика”, выделены цветом и для редактирования недоступны.

- **Добавить** – добавляет новую строку в таблицу - базу данных. Добавление выполняется также при нажатии клавиши **Insert** на клавиатуре.



- **Дублировать** – позволяет сделать копию строки, выделенной маркером.
- **Удалить** – удаляет данные в строке, выделенной маркером. Удаление выполняется также при нажатии сочетания клавиш **Ctrl+Del** на клавиатуре.
- **Редактировать** – позволяет просматривать и изменять (если возможно) выбранную базу данных с помощью окна характеристик. Вид окна характеристик

зависит от выбранной БД. Описание окон характеристик приводится в описаниях соответствующих БД. Редактирование выполняется также при нажатии сочетания клавиш **Ctrl+E** на клавиатуре.

Окно *Характеристики* представляет собой таблицу и позволяет просмотреть и изменить (если возможно) выбранную базу данных.

Характеристики материала									
T, °C	E, МПа	BETA	XI	DELTA	SIG1, МПа	SIG2, МПа	SIG3, МПа	SIG4, МПа	SIG5, МПа
20	199000.0	0.0000116	1.00	0.00	130.0	130.0	130.0	130.0	130.0
50	196000.0	0.0000116	1.00	0.00	130.0	130.0	130.0	130.0	130.0
100	191000.0	0.0000116	1.00	0.00	121.0	121.0	121.0	121.0	121.0
150	186000.0	0.0000121	1.00	0.00	112.0	112.0	112.0	112.0	112.0
200	181000.0	0.0000126	1.00	0.00	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
250	176000.0	0.0000131	1.00	0.00	86.0	86.0	86.0	86.0	86.0
275	173500.0	0.0000131	1.00	0.00	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
300	171000.0	0.0000131	1.00	0.00	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0

Вставить Дублир. Удалить Из файла В файл OK Отмена

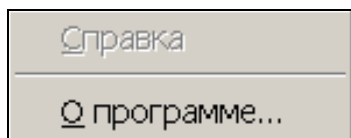
В таблицу заносятся соответствующие параметры. Названия параметров выдаются в заголовке таблицы и зависят от вида базы данных. Ширину полей таблицы можно изменять в ее заголовке, передвигая границы правой клавишей мыши.

Для работы с таблицей предназначены следующие кнопки:

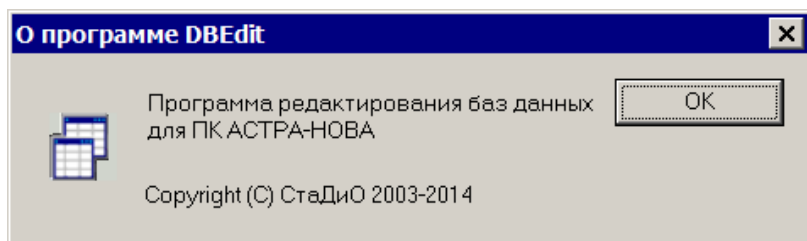
- *Вставить* – вставляет новую (пустую) строку для ввода данных. В соответствующие поля ячейки заносятся числовые данные. Операция повторяется необходимое количество раз. Для БД, недоступных для редактирования, кнопка неактивна.
- *Дублировать* – позволяет сделать копию строки, выделенной маркером. Для БД, недоступных для редактирования, кнопка неактивна.
- *Удалить* – удаляет данные в строке, выделенной маркером. Для БД, недоступных для редактирования, кнопка неактивна.
- *Из файла* – импорт характеристик материала из выбранного текстового файла. Структура файла должна соответствовать структуре таблицы. Для БД, недоступных для редактирования, кнопка неактивна.
- *В файл* – сохранение содержимого таблицы в текстовом файле с заданным именем;
- *Отмена* – закрывает окно без сохранения изменений;
- *OK* – закрывает окно с сохранением изменений. Для БД, недоступных для редактирования, кнопка неактивна.

Особенности редактирования конкретных БД приведены в их описании.

## Меню Помощь (?)



- *Справка* – вызов справочной системы помощи.
- *О программе* – данные о текущей версии программы редактирования баз данных по материалам.



## Выбор деталей из БД

При вставке деталей из баз данных каждая БД и каждая строка, соответствующая детали подкрашивается. Цвета строк зависят от того, подходит деталь для вставки или нет.

БД по компенсаторам			
Описание	ОСТ		Тип
Осевые компенсаторы ОПН	НПП	"Компенсатор"	Осевой
Осевые компенсаторы ОПФН	НПП	"Компенсатор"	Осевой
Поворотные компенсаторы ПППН	НПП	"Компенсатор"	Угловой
Поворотные компенсаторы ПОПН	НПП	"Компенсатор"	Угловой
Компенсатор осевой однолинзовый	ОСТ	34-10-569-93	Осевой
Компенсатор осевой двухлинзовый	ОСТ	34-10-570-93	Осевой
Компенсатор осевой трёхлинзовый	ОСТ	34-10-571-93	Осевой
Компенсатор осевой четырёхлинзовый	ОСТ	34-10-572-93	Осевой



Характеристики компенсаторов					
Описание	Комментарии	Усло...	Усло...	Нару...	Тол...
ПППН-16-65-30		1.60	65.00	76.00	3.5
ПППН-25-65-30		2.50	65.00	76.00	3.5
ПППН-16-80-30		1.60	80.00	89.00	3.5
ПППН-25-80-30		2.50	80.00	89.00	3.5
ПППН-16-100-30		1.60	100.00	108.00	4.0
ПППН-25-100-30		2.50	100.00	108.00	4.0
ПППН-16-125-30		1.60	125.00	133.00	4.0
ПППН-25-125-30		2.50	125.00	133.00	4.0
ПППН-16-150-26		1.60	150.00	159.00	4.5

Если при выборе детали из БД подходящей детали в БД не найдено, то строка с названием БД красится серым, а при открытии таблицы характеристик деталей, серым закрашены все строки с данными. Если в БД деталь найдена, то строка с названием подходящей БД не красится, а при выборе детали из такой БД, серым закрашены только строки с неподходящими деталями.

Имеется возможность вставлять в модель любые детали из баз данных, даже если они отмечены как неподходящие (закрашены серым цветом).

## Литература

1. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПНАЭ Г-7-002–86. М., Энергоатомиздат, 1989 г.
2. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды. РД 10-249–98 (с Изменениями №1 РДИ 10-413(249)–01 от 13.07.2001). М., 2001 г.
3. Указания по расчету на прочность и вибрацию технологических стальных трубопроводов. РТМ 38.001–94. М., 1995 г.
4. Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия. ГОСТ 32388-2013. М., 2014 г.
5. Нормы расчета на прочность трубопроводов тепловых сетей. РД 10-400–01. М., 2001 г.
6. Сети тепловые. Нормы и методы расчета на прочность и сейсмические воздействия. ГОСТ Р 55596-2013. М., 2014
7. Магистральные трубопроводы. СНиП 2.05.06–85. М., 1985 г.
8. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85\*. СП 36.13330.2012. М., 2013 г.
9. Магистральные газопроводы. Нормы проектирования на давление свыше 10 МПа. Основные требования. ГОСТ Р 55989-2014. М., 2015 г.
10. Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования. ГОСТ Р 55990-2014. М., 2015 г.
11. Детали трубопроводов на давление свыше 10 до 100 МПа. Нормы и методы расчёта на прочность. РД РТМ 26-01-44-78, М., 1978 г.
12. Трубы и детали трубопроводов на давление свыше 100 до 320 МПа. Нормы и методы расчёта на прочность. ГОСТ Р 55600-2013, М., 2015 г.
13. Трубопроводы судовые. Методика расчетов на статическую и малоцикловую прочность. РД5Р.4322-86, М., 1986 г.
14. Фланцевые соединения судовых трубопроводов и систем. Методика и нормы расчёта на прочность и плотность. РД5Р.5137-73, М., 1973 г.
15. Расчет трубопроводных систем атомных электростанций на прочность. РТМ 108.020.01–75. М., 1975 г.
16. ASME Boiler & Pressure Vessel Code. Section III. NB-3630.
17. Выбор упругих опор для трубопроводов тепловых и атомных электростанций. РТМ 24.038.12–72. М., 1972 г.
18. Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках. ГОСТ 25859-83 (СТ СЭВ 3648-82). М., 1983 г.
19. Техника криогенная и криогенно-вакуумная. Сосуды и камеры. Нормы и методы расчета на прочность, устойчивость и долговечность сварных конструкций. ОСТ 26-04-2585-86. М., 1986 г.
20. Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. ОСТ 26-1046-87. М., 1987 г.
21. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81\*. М., 2007 г.
22. Строительство в сейсмических районах. СП 14.13330.2011. М., 2011 г.
23. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. НП-031-01. М., 2001 г.

24. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. СП 20.13330.2016. М., 2017 г.

25. Строительство в сейсмических районах Украины. ДБН В .1.1-12:2006. Киев, 2006 г.

26. Методика расчётного анализа сейсмостойкости элементов действующих АЭС в рамках метода граничной сейсмостойкости. МТ-Т.0.03.326-13. ГП «НАЭК «ЭНЕРГОАТОМ», 2013 г.

27. Руководство по расчету и конструированию тройников технологических трубопроводов. М., Гидропроект, 1984 г.

28. Руководство по обоснованию прочности трубопроводов АЭС (3 редакция). М., АЭП, НИЦ СтаДиО, 1991 г.

29. Пружины винтовые цилиндрические для подвесок трубопроводов ТЭС и АЭС. Конструкция, размеры и технические требования. ОСТ 108.764.01–80, НПО ЦКТИ, 1981 г.

30. Подвески трубопроводов ТЭС и АЭС. Пружины винтовые цилиндрические. Конструкция и размеры. ОСТ 24.125.109-01. М., 1981 г.

31. Отраслевая нормаль. Опоры и подвески стационарных трубопроводов. Пружины цилиндрические винтовые. Сортамент и технические требования. МВН 049-63. М., 1963 г.

32. Чертежи 01-26-02, 01-21-03, 082-00-00, 67-00-00-А. Предприятие п/я А-7631, 1976 г.

33. LISEGA Standard Supports. LISEGA GmbH., 2010 г.

34. Детали и сборочные единицы из сталей аустенитного класса для трубопроводов АЭС  $D_n=14-325$  мм. Типы, конструкция и размеры. ОСТ 24.125.01–89 – ОСТ 24.125.26–89. М., 1991 г.

35. Детали и сборочные единицы из сталей перлитного класса для трубопроводов АЭС  $D_n=16-720$  мм. Типы, конструкция и размеры. ОСТ 24.125.30–89 – ОСТ 24.125.57–89. М., 1991 г.

36. Стальные трубопроводы с заводской теплогидроизоляцией. М., НПО «Стройполимер», 2002 г.

37. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Трубы крутоизогнутые. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-421-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

38. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв.см),  $t \leq 350$  °С. Трубы крутоизогнутые. ОСТ 34-42-662-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5).

39. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент. ГОСТ 10704-91 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

40. Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов. ТУ 14-ЗР-55-2001. М., 2001 г.

41. Компенсатор осевой однолинзовый на  $P_y \leq 1,6$  МПа (16 кгс/кв.см). Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-569-93. М., 1993 г.

42. Компенсатор осевой двухлинзовый на  $P_y \leq 1,6$  МПа (16 кгс/кв.см). Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-570-93. М., 1993 г.

43. Компенсатор осевой трехлинзовый на  $P_y \leq 1,6$  МПа (16 кгс/кв.см). Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-571-93. М., 1993 г.

44. Компенсатор осевой четырехлинзовый на  $P_y \leq 1,6$  МПа (16 кгс/кв.см). Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-572-93. М., 1993 г.

45. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв.см),  $t \leq 350$  °С. Переходы точеные. ОСТ 34-42-664-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М., 1984 г.

46. Детали и сборочные единицы трубопроводов АЭС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/см<sup>2</sup>),  $T \leq 350$  °С. Переходы сварные листовые. Конструкция и размеры. ОСТ 34-42-665-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М., 1984 г.

47. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Переходы бесшовные. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-422-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

48. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Переходы точеные. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-423-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

49. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Переходы сварные листовые. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-424-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

50. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Отводы крутоизогнутые. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-418-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

51. Детали трубопроводов стальные бесшовные приварные на  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см) для атомных и тепловых электростанций. Отводы крутоизогнутые. Конструкция и размеры. ОСТ 34 10.699-97 (с Изменением N 1). М., 1997 г.

52. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Отводы гнутые. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-420-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

53. Отводы гнутые для паропроводов ТЭС. Конструкция и размеры ОСТ 108.321.18-82 – ОСТ 108.321.21-82 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). М., 1982 г. М., 1982 г.

54. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв.см),  $t \leq 350$  °С. Тройники сварные равнопроходные. ОСТ 34-42-675-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М., 1984 г.

55. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв.см),  $t \leq 350$  °С. Тройники сварные переходные. ОСТ 34-42-676-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). М., 1984 г.

56. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв.см),  $t \leq 350$  °С. Тройники сварные равнопроходные с накладкой. ОСТ 34-42-677-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). М., 1984 г.

57. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв.см),  $t \leq 350$  °С. Тройники сварные переходные с накладкой. ОСТ 34-42-678-84 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). М., 1984 г.

58. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Тройники сварные равнопроходные. ОСТ 34-10-510-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

59. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{\text{раб}} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Тройники сварные переходные. ОСТ 34-10-511-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

60. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{(раб)} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Тройники сварные равнопроходные с накладкой. ОСТ 34-10-512-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

61. Детали и сборочные единицы трубопроводов АС  $P_{(раб)} < 2,2$  МПа (22 кгс/кв. см),  $t \leq 300$  °С. Тройники сварные переходные с накладкой. ОСТ 34-10-513-90 (с Изменениями N 1, 2). М., 1990 г.

62. Блок подвески хомутовый для горизонтальных трубопроводов. Конструкция и размеры. ОСТ 34-10-725-93. М., 1993 г.

63. Опора хомутная скользящая. Типы и основные размеры. ОСТ 34-10-617-93. М., 1993 г.

64. Прокладки плоские эластичные. Основные параметры и размеры. ГОСТ 15180-86. М., 1986 г.

65. ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры, М., 2005 г.

66. Комплекс программ **АСТРА-АЭС** (DOS-версия 6.1). Автоматизированный расчет трубопроводных систем АЭС на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, на вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с требованиями Норм ПНАЭ Г-7-002–86. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 1991 г.

67. Комплекс программ **АСТРА-АЭС** (DOS-версия 6.2). Автоматизированный расчет трубопроводных систем АЭС на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, на вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с требованиями Норм ПНАЭ Г-7-002–86. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 1996 г.

68. Комплекс программ **АСТРА-НЕФТЕХИМ** (DOS-версия 6.2). Автоматизированный расчет трубопроводных систем нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств на статическую и циклическую прочность и на вибропрочность с требованиями РТМ 38.001–94. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 1996 г.

69. Комплекс программ **АСТРА-АЭС'99** (Windows-версия). Автоматизированный расчет трубопроводных систем АЭС на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, на вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с требованиями Норм ПНАЭ Г-7-002–86. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 1999 г.

70. Комплекс программ **АСТРА-НЕФТЕХИМ'99** (Windows-версия). Автоматизированный расчет трубопроводных систем нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств на статическую и циклическую прочность и на вибропрочность с требованиями РТМ 38.001–94. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 1999 г.

71. Комплекс программ **АСТРА-АЭС'2001** (Windows-версия). Автоматизированный расчет трубопроводных систем АЭС на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, на вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с требованиями Норм ПНАЭ Г-7-002–86. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 2001 г.

72. Комплекс программ **АСТРА-НЕФТЕХИМ'2001** (Windows-версия). Автоматизированный расчет трубопроводных систем нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств на статическую и циклическую прочность и

на вибропрочность с требованиями РТМ 38.001–94. Общее описание комплекса. М., НИЦ СтаДиО, 2001 г.

73. Комплекс программ **АСТРА-ТЭС’2001** (Windows-версия). Автоматизированный расчет трубопроводов пара и горячей воды на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия и на вибропрочность в соответствии с требованиями Норм РД 10-249–98. Общее описание комплекса, М., НИЦ СтаДиО, 2001 г.

74. Комплекс программ **СТАДИО** (версии 6.10/99/2001/2003/2005/2007/2009/2011). Решение методами конечных элементов и суперэлементов линейных и нелинейных задач теории поля, статики, устойчивости, динамики, механики разрушения и оптимизации пространственных комбинированных систем. Общее описание, верификационный отчет, инструкции пользователя. М., НИЦ СтаДиО. 1993–2011 гг.

75. “Семейство” программных комплексов *АСТРА-НОВА’2017. АСТРА-СТАДИО’2015*. Уточненный расчет температурного и напряженно-деформированного состояния (по пространственно-оболочечным и объемным схемам МКЭ), статической, циклической и сейсмической прочности деталей трубопроводов. Общее описание. Сеанс работы. М., НИЦ СтаДиО, 2014 г.

76. “Семейство” программных комплексов *АСТРА-НОВА’2015* (Windows-версия). Автоматизированное проектирование и расчеты трубопроводных систем на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с российскими нормативными требованиями. Общее описание. М., НИЦ СтаДиО, 2014 г.

77. “Семейство” программных комплексов *АСТРА-НОВА’2015* (Windows-версия). Автоматизированное проектирование и расчеты трубопроводных систем на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с российскими нормативными требованиями. Сеанс работы с комплексом. М., НИЦ СтаДиО, 2014 г.

78. Комплекс программ **АСТРА-АЭС**.

– Версия **АСТРА-АЭС 6.1**. Верификационный отчет. М., НИЦ СтаДиО, 1992–1995 гг.

– Версия **АСТРА-АЭС’2009**. Верификационный отчет (4 тома). М., НИЦ СтаДиО, 2009–2011 гг.

79. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А.А.Николаева. М., 1965 г.

80. Зверьков Б.В., Костовецкий Д.Л. и др. Расчет и конструирование трубопроводов. Справочное пособие. Ленинград. Машиностроение. 1979 г.

81. Айнбиндер А.Б., Камерштейн А.Г. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость. М., Недра, 1982 г.

82. Самарин А.А. Вибрации трубопроводов энергетических трубопроводов и методы их устранения. М., Энергия, 1979 г.

83. Магалиф В.Я., Шапиро Е.Е. Программа расчета прочности и жесткости трубопроводов (СТАРТ). Межотраслевой фонд алгоритмов и программ автоматизированных систем в строительстве. М., ЦНИИПРОЕКТ, 1986 г., вып.1-225-1.

84. DIGITAL Visual Fortran Version 6.0 Copyright © 1997–1998 гг. DIGITAL Equipment Corporation. Intel Visual Fortran Version 11.1 Copyright © 2006–2009.

85. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. М., Стройиздат, 1982 г.

86. Парлетт Б. Симметричная проблема собственных значений. Численные методы. М., Мир, 1983 г.

87. Белостоцкий А.М. Модификация и применение численных методов к расчетам плитно-оболочечных систем на сейсмические воздействия. В кн. “Динамические характеристики и колебания элементов энергетического оборудования”. М., Наука, 1980 г., стр.41–58.

88. Белостоцкий А.М. Упругий расчет сварных и штампованных тройников на произвольные статические нагрузки. Сб. научных трудов ВНИПИнефть: “Автоматизированное проектирование трубопроводных систем нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств”, ЦНИИТЭнефтехим, М., 1982 г., с.121–131.

89. Белостоцкий А.М., Малявин В.П., Дикарев А.И. и др. Экспериментальные и численные исследования напряженного состояния тройниковых соединений при действии моментных нагрузок. Сб.трудов МИСИ им.В.В.Куйбышева, № 188, 1982 г., с.35–49.

90. Белостоцкий А.М., Головин В.В., Фрадкин Б.В. Исследование напряженного состояния и разработка инженерной методики расчета на прочность тройниковых соединений при действии полной системы квазистатических нагрузок. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика и техника ядерных реакторов, вып.6, 1985 г., с.76–83.

91. Белостоцкий А.М., Вашуров Е.А., Воронова Г.А., Якубович Н.И. Автоматизированный расчет на прочность трубопроводных систем с учетом динамических воздействий. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика и техника ядерных реакторов, вып. 6, 1985 г., с.33–38.

92. Белостоцкий А.М., Кириллов А.П., Прудовский А.М. и др. Изучение вибрации трубопроводов сброса пара на АЭС и оценки их долговечности. Тяжелое машиностроение, М., 1990 г., № 10, с.28–31.

93. Белостоцкий А.М. Пространственное напряженное состояние ортогональных тройниковых соединений различных типов при комплексном нагружении. Материалы семинара кафедры сопротивления материалов Российского университета дружбы народов. Исследование пространственных систем. М., 1996 г., с.55–60.

94. Белостоцкий А.М. Численное моделирование комплексного напряженно-деформированного состояния конструкций и сооружений энергетических объектов. Гидротехническое строительство, 1999 г., № 8, с. 45–54.

95. Белостоцкий А.М., Белый М.В., Пичугин Д.В. Численное исследование алгоритма расчета упругих систем при учете контактного трения. Вопросы прикладной математики и вычислительной механики. Сб. научных трудов МГСУ, М., 1999 г., с. 68–78.

96. Белостоцкий А.М., Воронова Г.А., Потапенко А.Л. “Семейство” программ АСТРА-НОВА для автоматизированных нормативно регламентированных расчетов на прочность трубопроводных систем атомных и тепловых установок и нефтехимических производств. Труды XVIII Международной конференции

“Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов”. ВЕМ&FEM-2000, С-Петербург, 2000 г., с. 72–76.

97. Белостоцкий А.М., Белый М.В. Суперэлементные алгоритмы решения пространственных нелинейных статических и динамических задач большой размерности. Реализация в программном комплексе СТАДИО и опыт расчетных исследований. Труды XVIII Международной конференции “Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов”. ВЕМ&FEM-2000, С-Петербург, 2000 г., с. 65–69.

98. Белостоцкий А.М., Белый М.В., Рассказов Л.Н., Желанкин В.Г. Численное моделирование пространственного напряженно-деформированного состояния систем “сооружение-основание” с учетом нелинейных реологических свойств грунтов. Вопросы прикладной математики и вычислительной механики. Сб. научных трудов МГСУ, М, 2001 г., с. 22–29.

99. Белостоцкий А.М., Воронова Г.А., Потапенко А.Л. “Семейство” программ АСТРА-НОВА для автоматизированных нормативных расчетов на прочность трубопроводных систем различного назначения. САПР и Графика, 2002 г., № 8, с. 12–16.

100. Белостоцкий А.М., Воронова Г.А., Потапенко А.Л. АСТРА-НОВА’2003: автоматизированные расчеты на прочность трубопроводных систем различного назначения. САПР и Графика, 2003 г., № 4, с. 8–12.

101. Белостоцкий А.М., Пеньковой С.Б. Конечнореэлементное моделирование НДС ёмкостного оборудования АЭС. Сб. научных трудов МГСУ “Вопросы прикладной математики и вычислительной механики”, М., 2005 г., с. 71–83.

102. Потапенко А.Л. Визуализация расчетных моделей и результатов расчетов в пре- и постпроцессорных модулях программных комплексов. Сб. научных трудов МГСУ “Вопросы прикладной математики и вычислительной механики”, М., 2005 г., с. 397–408.

103. Потапенко А.Л. Интеграция расчетных комплексов с САПР и другими программными комплексами. Сб. научн. трудов МГСУ “Вопросы прикладной математики и вычислительной механики”, М., 2005 г., с. 408–420.

104. Белостоцкий А.М., Воронова Г.А., Потапенко А.Л., Клепец О.Ю. Современные численные методы и САПР-технологии в прочностных расчётах трубопроводных систем. Программный комплекс АСТРА-НОВА’2005. Труды XXI Международной конференции “Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов”. ВЕМ&FEM-2005 г., С-Петербург, 2006 г., с. 65–69.

105. Белостоцкий А.М., Пеньковой С.Б. Численное моделирование напряженного состояния и оценка прочности тройниковых соединений трубопроводов АЭУ. Сб. научн. трудов МГСУ “Вопросы прикладной математики и вычислительной механики”, М., 2006 г., с. 285–292.

106. Белостоцкий А.М. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния и нормативная оценка прочности трубопроводных систем: достижения, проблемы и перспективы. “Машиностроение и инженерное образование”, 2006 г., № 9, с. 111–119.

107. Белостоцкий А.М., Дубинский С.И., Потапенко А.Л. Методы динамического синтеза подконструкций в задачах моделирования сложных инженерных систем. “Строительная механика и расчет сооружений”, 2006 г., № 6, с. 45–51.



108. Белостоцкий А.М., Потапенко А.Л., Клепец О.Ю. Реализация и верификация алгоритма Крейга-Бемптона в программных комплексах СТАДИО и АСТРА-НОВА. Труды XXII Международной конференции “Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов”. VEM&FEM-2007 г., С-Петербург, 2007 г., с. 65–69.

109. Белостоцкий А.М., Потапенко А.Л. Программно-алгоритмическая разработка и верификация подсистемы уточненного конечноэлементного моделирования деталей трубопроводов (АСТРА-СТАДИО). Сб. научных трудов МГСУ “Вопросы прикладной математики и вычислительной механики”, М., 2008 г., № 11, с. 185-192

110. CEN TC 107 (Draft Standart 12/96): Design, Calculation & Installation for Pre-insulated Bonded Pipes for District Heating.

111. Стальные трубопроводы с заводской теплоизоляцией. Руководство НПО “Стройполимер” по проектированию и монтажу. М., 2002 г.

112. Бородавкин П.П., Подземные магистральные трубопроводы (проектирование и строительство), М., Недра, 1982 г.

113. “Семейство” программных комплексов **АСТРА-НОВА’2017** (Windows-версия). Автоматизированное проектирование и расчеты трубопроводных систем на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с российскими нормативными требованиями. Общее описание.(приложения) М., НИЦ СтаДиО, 2017 г.

114. Гайан Р. Приведение матриц жесткости и массы. – Ракетная техника и космонавтика, 1965 г., т.3, № 2, с. 277-278.

115. Craig R.R., Jr., Bampton M.C.C. Coupling of substructures for dynamic analysis – AIAA Journal, 1968, vol. 6, No. 7, p. 1313-1319.

116. Benfield W.A., Hrudu R.F. Vibration analysis of structures by component mode substitution. – AIAA Journal J., 1976, vol. 9, p. 1255-1261.

117. MacNeal R.H. A hybrid method of component mode synthesis. - Computers and structures, 1971, vol. 4, p. 591-601.

118. Hurty W.C. Dynamic analysis of structural systems using component modes. – AIAA Journal., 1984, vol. 4, p. 733-738.

119. PD 5500:2009 “Specification for unfired fusion welded pressure vessels”.

120. Bijalaard P.P. “Stresses From Radial Loads in Cylindrical Pressure Vessels”, The Welding Journal, 33, 1954

121. L.C. Peng and Alvin Peng “Pipe Stress Engineering”, ASME-Press 2009.

122. ГОСТ Р 52857.2-2007 “Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек”.

123. ГОСТ Р 52857.3-2007 “Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер”.

124. Айнбиндер А.Б. Расчет магистральных и промысловых трубопроводов на прочность и устойчивость. М., Недра, 1991 г.

125. Рудомино Б.В., Ремжин Ю.Н. Проектирование трубопроводов тепловых электростанций. Л., Энергия, 1970 г.

126. Костовецкий Д.Л. Об изгибе кривой тонкостенной трубы, сечение которой имеет форму, близкую к круговой, при наличии внутреннего или наружного давления. Изв. АН СССР. Механика и машиностроение ОТН 1959, № 6.

127. Костовецкий Д.Л. Расчёт трубопроводов на компенсацию температурных расширений с учётом эллиптичности сечений криволинейных участков. «Электрические станции», 1963, № 3.

128. Pipe Stress Engineering by Liang-Chuan (L.C.) Peng and Tsen-Loong (Alvin) Peng PE, ASME Press, 2009, ISBN: 079180285X 9780791802854

129. Бирбраер А.Н. Расчёт конструкций на сейсмостойкость. СПб, Наука, 1998 г.

130. Сосуды и трубопроводы высокого давления: Справочник / Е.Р. Хисматулин, Е.М. Королев, В.И. Лившиц и др. М.: Машиностроение, 1990. 384 с: ил.

131. Documentation for ANSYS, Release 11.0 (2007).

## Приложение. Основные условные обозначения и сокращения

<b>АЭС</b>	– атомная электростанция
<b>АЭУ</b>	– атомные энергетические установки
<b>ГИ</b>	– гидро(пневмо) испытания
<b>Г</b>	– гигабайт
<b>К</b>	– килобайт
<b>ЛСМ</b>	– линейно-спектральный метод
<b>М</b>	– мегабайт
<b>МКЭ</b>	– метод конечных элементов
<b>МПА</b>	– максимальная проектная авария
<b>МРЗ</b>	– максимальное расчетное землетрясение (1 раз в 10000 лет)
<b>ПЭВМ</b>	– персональные IBM-совместимые ЭВМ
<b>Windows 98, ME, NT, 2000, XP, Vista, 7, 8, 10</b>	– операционные системы для ПЭВМ
<b>НДС</b>	– напряженно-деформированное состояние
<b>Нормы ПНАЭ Г-7-002-86</b>	– Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ. ПНАЭ Г-7-002–86.
<b>ННЭ</b>	– нарушение нормальных условий эксплуатации (для трубопроводов АЭУ)
<b>НЭ</b>	– нормальные условия эксплуатации (для трубопроводов АЭУ, пара и горячей воды)
<b>ПГС</b>	– промышленное и гражданское строительство
<b>ПДН</b>	– постоянные и длительные нагрузки (нефтехимия, теплосети и магистральные трубопроводы)
<b>ПДК(ОН)</b>	– постоянные, длительные, кратковременные и особые нагрузки (нефтехимия, теплосети и магистральные трубопроводы)
<b>ПЗ</b>	– проектное землетрясение (повторяемость 1 раз в 100 лет)
<b>ПК</b>	– программный комплекс
<b>РТМ</b>	– руководящие технические материалы
<b>ГОСТ</b>	– межгосударственный стандарт
<b>РД</b>	– руководящий документ
<b>САПР</b>	– система автоматизированного проектирования
<b>СНиП</b>	– строительные нормы и правила
<b>СП</b>	– свод правил
<b>СЭ</b>	– суперэлемент
<b>СЭМ</b>	– суперэлементная модель
<b>ТЭС</b>	– тепловая электростанция
<b>ТС</b>	– трубопроводная система
<b>ЭВМ</b>	– электронная вычислительная машина

### Единицы измерения (исходные данные и результаты)

<b>СИ</b>	– мм, рад, с, МПа, кН/м, кН, кН·см, <i>m</i> , Гц, рад/с
<b>СГС</b>	– см, рад, с, кг/см <sup>2</sup> , кг/см, кг, кг·см, Гц, рад/с