

«Информационные технологии в проектировании электронных средств»

Отчёт по курсовой работе на тему:
«освоение подсистемы АСОНИКА-ТМ и
подготовка карт рабочих режимов по
результатам тестовых расчётов»

Студент гр. Р-91
Костюченко Никита

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ И КАЧЕСТВА АППАРАТУРЫ (АСОНИКА)

Подсистема анализа конструкций
печатных узлов радиоэлектронных
средств на тепловые и механические
воздействия АСОНИКА-ТМ

И

Подсистема автоматизированного
заполнения карт рабочих режимов
электрорадиоизделий АСОНИКА-Р

Постановка задачи

- Провести моделирование печатного узла, эскиз которого взят из книги, на воздействия
- Гармонической вибрации амплитудой 1 g в диапазоне от 10 до 2000 Гц;
- Случайной вибрации согласно табл.
- Одиночного ударного импульса прямоугольной формы, длительностью 2 мс и амплитудой 100g
- Многократного удара
- Стационарного теплового воздействия
- Комплексного теплового и механического воздействия
- Печатный узел имеет размер 120*160 мм, толщина – 2 мм. Материал печатного узла стеклотекстолит, облицованный с двух сторон фольгой толщиной 35 мкм. Физико-механические параметры приведены в табл.

Входные данные к подсистеме АСОНИКА-ТМ

- требования технического задания на разработку изделия в части стойкости к внешним механическим воздействиям;
- эскизы или сборочные чертежи ПУ;
- спецификация;
- перечень элементов: Электрорадиоизделия, рёбра жёсткости, тепловая шина, крепление и контрольная точка.
- Механические воздействия: вибрация (гармоническая, случайная), удар (однократный, многократный), линейное ускорение, акустический шум.
- Тепловое воздействие

Выходные данные

- АЧХ
- поля механических и тепловых характеристик при заданном значении времени или частоты
- Деформации конструкции печатного узла
- таблицы максимальных и допустимых напряжений в конструктивных элементах конструкции и время до их усталостного разрушения при воздействии вибраций и шумов
- карты режимов тепловых и механических режимов работы с указанием коэффициентов нагрузки и перегрузок,

Окно программы АСОНИКА-ТМ

The screenshot shows the main window of the АСОНИКА-ТМ software. The title bar reads "АСОНИКА - <Проект не сохранен>". The menu bar includes "Проект", "Правка", "Вид", "Настройка", "Анализ", "Приложения", and "Помощь". The toolbar contains various icons for file operations, editing, and simulation. The left sidebar shows a tree view of the project structure:

- Печатный узел
 - Слой
 - Слой 1
 - Первая сторона
 - Электрорадиоизделия
 - Группы ЭРИ
 - Вторая сторона
 - Воздействия

The main area displays a table of parameters for the selected element, "Печатный узел". The table has two columns: "Название параметра" and "Значение параметра". The table is divided into several sections:

Название параметра	Значение параметра
Наименование печатного узла	???
Обозначение печатного узла	???
Параметры печатного узла	
Ориентация в пространстве	Вектор нормали (0,0,1)
Форма сечения	Прямоугольная
Размер по оси X, [мм]	120.000
Размер по оси Y, [мм]	163.500
Толщина основания, [мм]	0.000
Разбиение сетки по оси X	10
Разбиение сетки по оси Y	10
Параметры проводников	
Коэффициент заполнения	0.300
Толщина проводников, [мм]	0.050
Материал	
Плотность материала проводников, [кг/м ³]	0.000
Коэффициент черноты материала проводников, [отн. ед.]	0.000
Коэффициент теплопроводности материала проводников, [Вт/(К*м)]	0.000
Удельная теплоемкость материала проводников, [Дж/(кг*К)]	0.000
Общие данные	
Суммарная мощность электрорадиоизделий, [мВт]	0.000
Масса, [гр]	66.800

The status bar at the bottom of the window displays "Печатный узел".

Задаю толщину слоя и выбираю его материал

АСОНИКА

Слой 1
Задайте параметры слоя

Толщина, [мм]

Материал

АСОНИКА

Применить Отмена

АСОНИКА

Слой 1
Выберите материал из списка

Отображать материалы

	Материал	Толщина, [мм]
64	СФ-1Н-50	1.5
65	СФ-1Н-50	2.0
66	СФ-1Н-50	2.5
67	СФ-1Н-50	3.0
68	СФ-2-35	0.8
69	СФ-2-35	1.0
70	СФ-2-35	1.5
71	СФ-2-35	2.0
72	СФ-2-35	2.5
73	СФ-2-35	3.0
74	СФ-2-50	0.5
75	СФ-2-50	0.8
76	СФ-2-50	1.0

АСОНИКА

Выбрать Отмена

Параметры печатного узла

АСОНИКА 

Печатный узел
Задайте параметры печатного узла

Наименование

Обозначение

Размер по оси X, [мм] Размер по оси Y, [мм]

Ориентация 

АСОНИКА

 Применить  Отмена

Задаю параметры креплений и добавляю воздействия

АСОНИКА

Крепление
Задайте параметры крепления

Имя

Форма сечения
 Круглое Прямоугольное

Позиция, [мм]:
ось X ось Y

Размер, [мм]:
радиус

Коэффициент жесткости, [отн. ед.]

Материал

АСОНИКА

Добавить Отмена

АСОНИКА

Воздействия
Выберите добавляемый объект

 Гармоническая вибрация

 Случайная вибрация

 Одиночный удар

 Многократный удар

 Линейное ускорение

 Акустический шум

АСОНИКА

Добавить Отмена

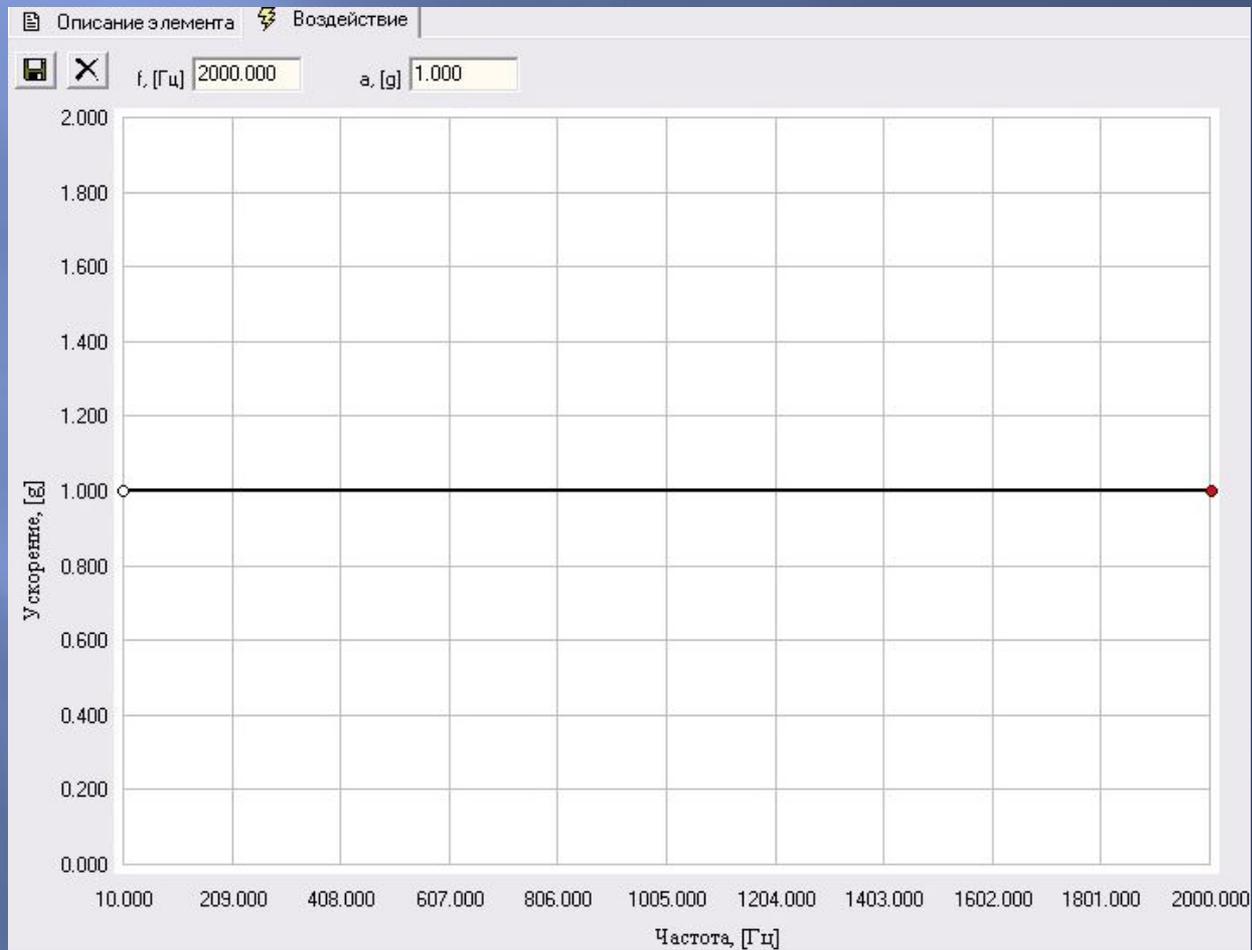
Задаю параметры воздействия и сам вид воздействия (гармоническая вибрация)

The screenshot shows the ASONIKA software interface. The left sidebar contains a tree view with the following items: Печатный узел, Слои, Первая сторона, Вторая сторона, Крепления, Контрольные точки, Воздействия, Гармоническая вибрация (selected), Случайная вибрация, Одиночный удар, Многократный удар, Линейное ускорение, and Акустический шум.

The main window displays the 'Воздействие' (Impact) configuration table. The table is divided into several sections: 'Параметры воздействия' (Impact parameters), 'Параметры точек графика воздействия' (Impact graph point parameters), and 'Точка 1' (Point 1) and 'Точка 2' (Point 2).

Название параметра	Значение параметра
Параметры воздействия	
Диапазон частоты вибрации от, [Гц]	10.000
Диапазон частоты вибрации до, [Гц]	2000.000
Шаг по частоте, [Гц]	19.900
Диапазон по ускорению от, [g]	0.000
Диапазон по ускорению до, [g]	2.000
Количество точек	2
Параметры точек графика воздействия	
Точка 1	
Частота, [Гц]	10.000
Ускорение, [g]	1.000
Точка 2	
Частота, [Гц]	2000.000
Ускорение, [g]	1.000

ВИД ВОЗДЕЙСТВИЯ



Провожу моделирование физического процесса и получаю её статистику

АСОНИКА

Никита - Гармоническая вибрация
Статистика процесса моделирования

© АСОНИКА, 21.10.2010 14:26:16

ОБЩЕЕ ВРЕМЯ РАСЧЕТА:	00:00:00.704

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:	00:00:00.000
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТЫ (ВРЕМЕНИ):	00:00:00.485
СОХРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ:	00:00:00.219

КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ ЧАСТОТЫ (ВРЕМЕНИ):	100
СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ АНАЛИЗА ОТДЕЛЬНОГО ШАГА:	00:00:00.005

КОЛИЧЕСТВО ДИСКРЕТОВ ПО ОСИ X:	10
КОЛИЧЕСТВО ДИСКРЕТОВ ПО ОСИ Y:	10

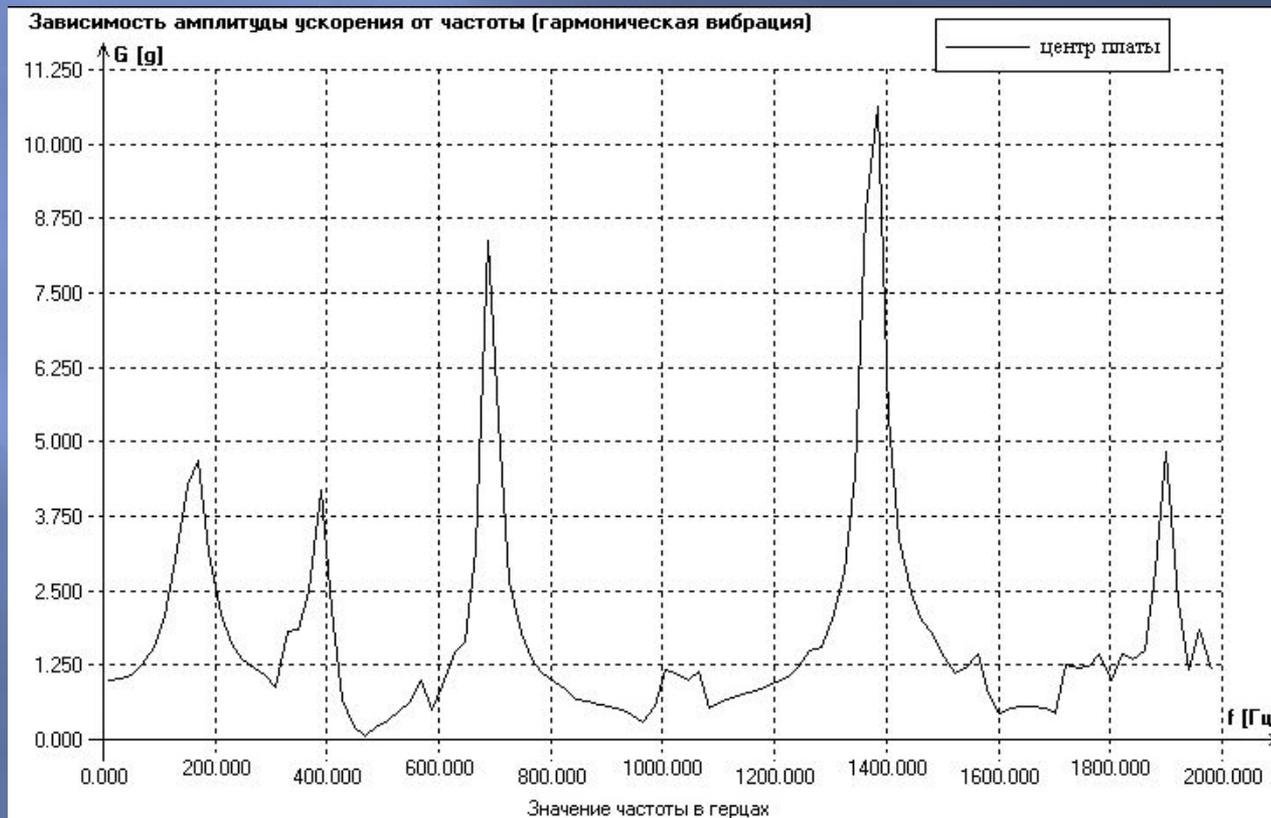
РАЗМЕРНОСТЬ МАТРИЦЫ:	100
КОЛИЧЕСТВО НЕНУЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИСХОДНОЙ МАТРИЦЕ:	1104
КОЛИЧЕСТВО НЕНУЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ФАКТОРИЗОВАННОЙ МАТРИЦЕ:	3552
КОЛИЧЕСТВО ОБРАЩЕНИЙ МАТРИЦЫ:	238
СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБРАЩЕНИЯ МАТРИЦЫ:	00:00:00.002
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКАЯ ОШИБКА ВЫЧИСЛЕНИЙ:	3.261E-08

АСОНИКА

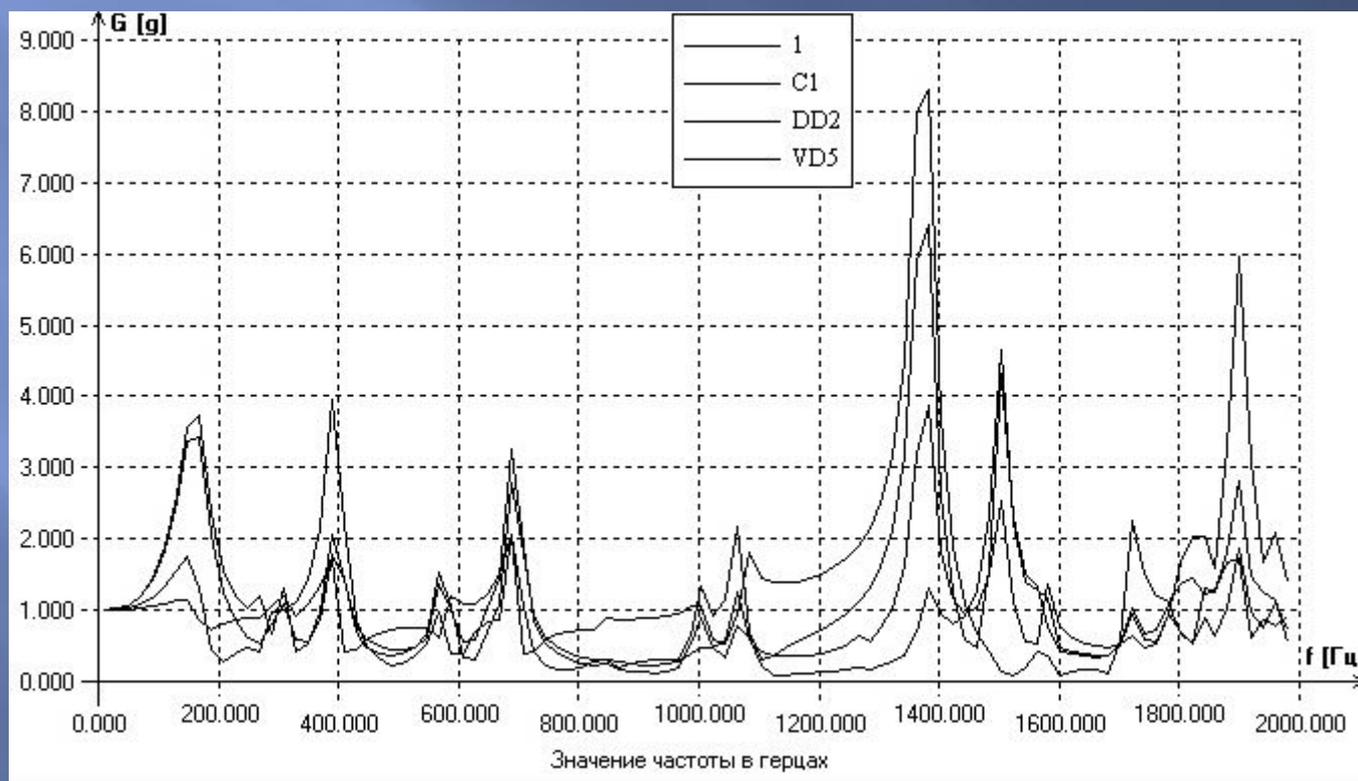
 Сохранить  Закрыть

После этого переходим в состояние постпроцессора и получаем результаты

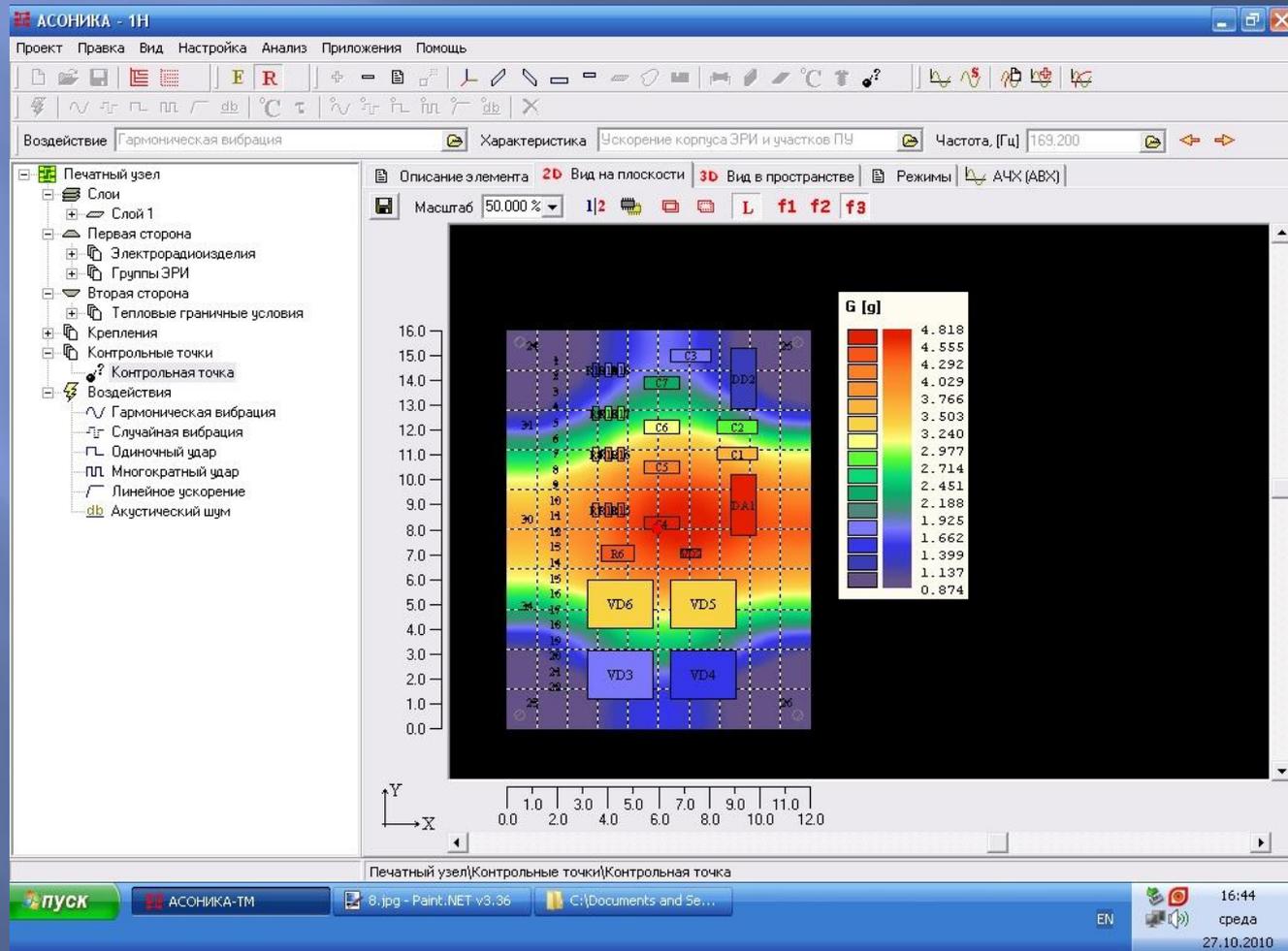
- АЧХ ПУ в контрольной точке.

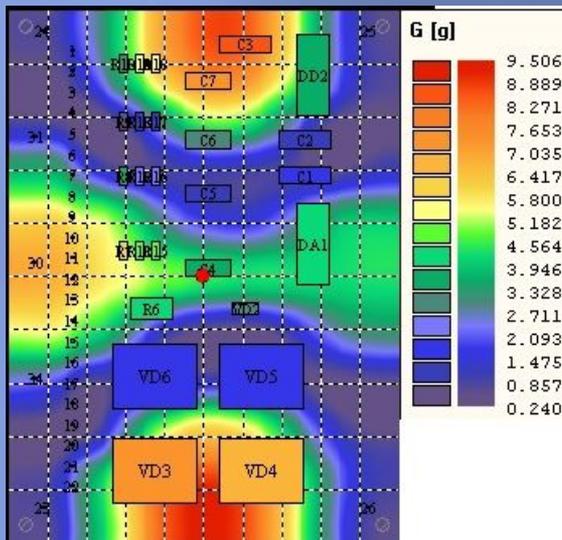


АЧХ нескольких элементов

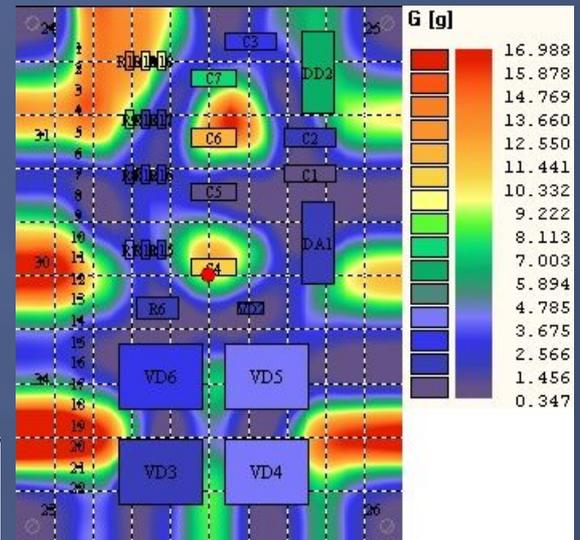


Результаты тепловых воздействий в резонансных частотах (169.2 Гц, 388.1 Гц, 686 Гц, 1383.1 Гц)

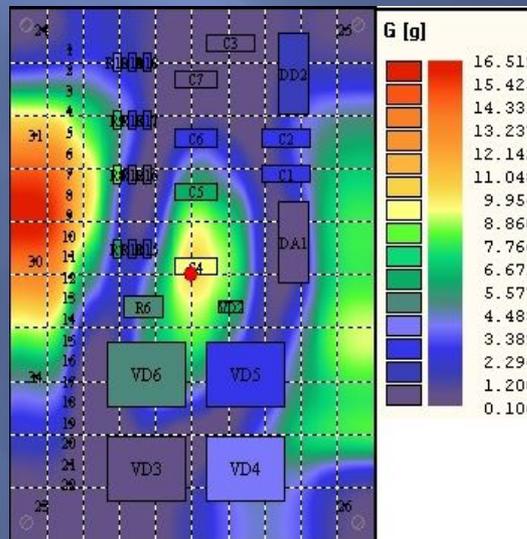




Резонансная частота 388,1 Гц



Резонансная частота 1383,1 Гц



Резонансная частота 686 Гц

карта режимов при гармонической вибрации

№	Обозначение ЗРИ	Сторона	Частота, [Гц]	Ускорение	По НТД	Козф. нагрузки	Перегрузка
1	1	1	1383.100	7.917	40.000	0.198	
2	2	1	1383.100	12.761	40.000	0.319	
3	3	1	1383.100	12.761	40.000	0.319	
4	4	1	1383.100	12.761	40.000	0.319	
5	5	1	686.600	11.633	40.000	0.291	
6	6	1	686.600	11.633	40.000	0.291	
7	7	1	686.600	14.113	40.000	0.353	
8	8	1	686.600	14.113	40.000	0.353	
9	9	1	686.600	14.113	40.000	0.353	
10	11	1	686.600	12.821	40.000	0.321	
11	10	1	686.600	12.821	40.000	0.321	
12	13	1	1383.100	10.469	40.000	0.262	
13	12	1	1383.100	10.469	40.000	0.262	
14	15	1	686.600	5.368	40.000	0.134	
15	14	1	1383.100	10.469	40.000	0.262	
16	17	1	1383.100	9.035	40.000	0.226	
17	16	1	686.600	5.368	40.000	0.134	
18	19	1	1383.100	15.057	40.000	0.376	
19	18	1	1383.100	15.057	40.000	0.376	
20	22	1	1383.100	12.353	40.000	0.309	
21	20	1	1383.100	12.353	40.000	0.309	
22	21	1	1383.100	12.353	40.000	0.309	
23	VD3	1	388.100	7.097	40.000	0.177	
24	VD6	1	686.600	4.685	40.000	0.117	
25	VD4	1	388.100	7.012	40.000	0.175	
26	VD5	1	1383.100	3.691	40.000	0.092	
27	R13	1	1502.500	4.056	40.000	0.101	
28	R12	1	1900.500	6.443	40.000	0.161	
29	R11	1	1900.500	8.511	40.000	0.213	
30	R10	1	1383.100	14.201	40.000	0.355	

Задаю параметры теплового граничного условия

АСОНИКА

Тепловое граничное условие

Задайте параметры теплового граничного условия

Тип теплового граничного условия

- Не задано
- Поверхность с заданной температурой (ПЗТ)
- Теплоотдача через заданное тепловое сопротивление к ПЗТ
- Контактный теплообмен к ПЗТ
- Теплоотдача через воздушную прослойку к ПЗТ
- Излучение с плоской неразвитой поверхности на соседний конструктивный элемент (КЭ)
- Естественная конвекция в окружающую среду и излучение с плоской неразвитой поверхности на соседний КЭ
- Вынужденная конвекция в окружающую среду и излучение с плоской неразвитой поверхности на соседний КЭ

Тепловое сопротивление, [К/Вт]

Температура поверхности, [°C]

Толщина воздушной прослойки, [мм]

Температура окружающего воздуха, [°C] 70.000

Скорость обдува воздухом, [м/с] 2.000

Температура соседнего КЭ, [°C] 90.000

Направление обдува Вдоль оси X

Давление воздуха, [мм. рт. ст.] 740.000

Позиция, [мм]:

ось X 0.000

ось Y 0.000

Размер, [мм]:

ось X 120.000

ось Y 160.000

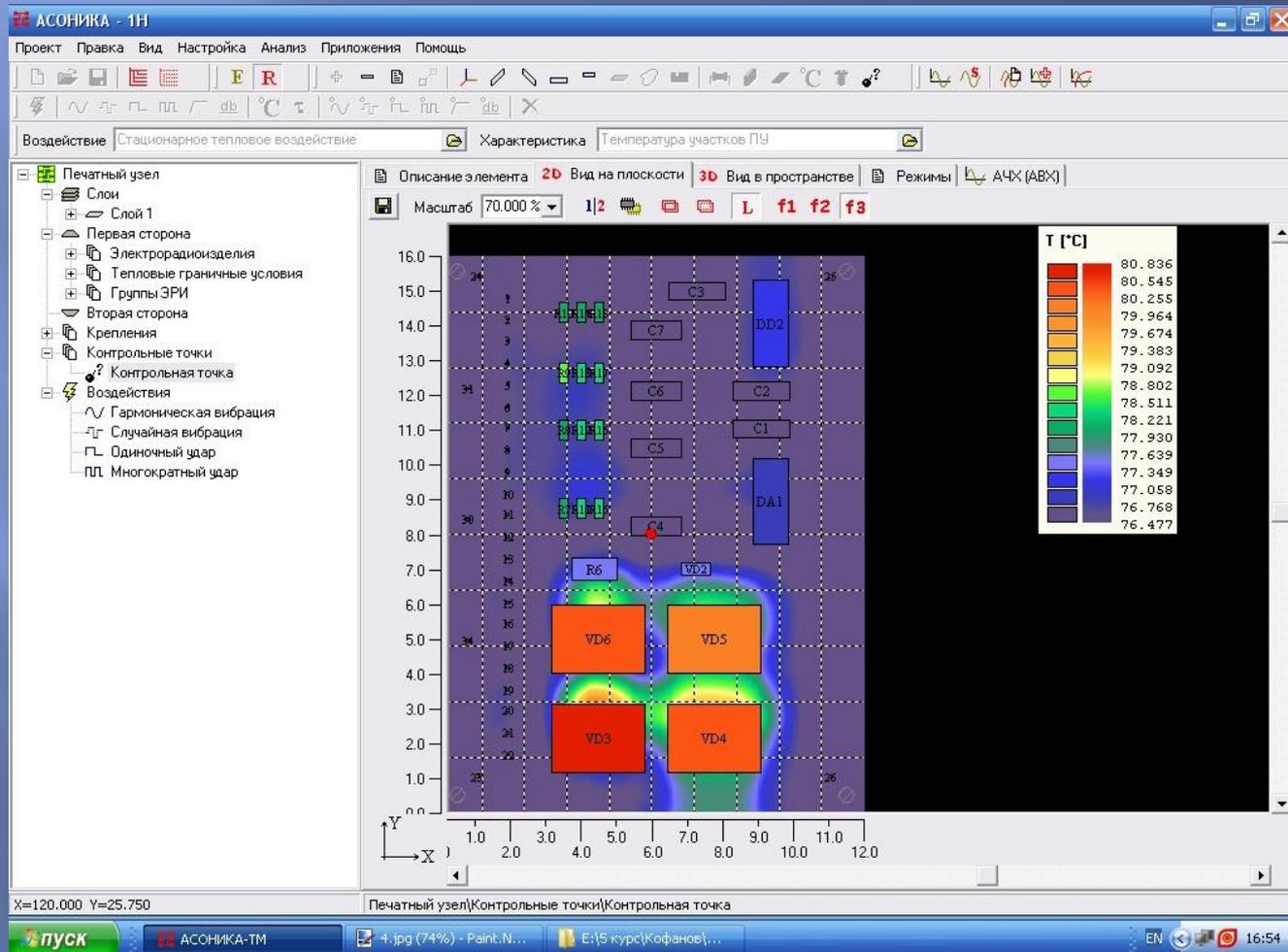
Сторона Первая сторона

АСОНИКА

✓ Применить

✗ Отмена

Результаты теплового моделирования



Карта режимов теплового моделирования

№	Обозначение ЭРИ	Сторона	Температура	По НТД	Козфф. нагрузки	Перегрев
1	1	1	78.168	100.000	0.782	
2	2	1	78.288	100.000	0.783	
3	3	1	78.288	100.000	0.783	
4	4	1	78.288	100.000	0.783	
5	5	1	78.263	100.000	0.783	
6	6	1	78.263	100.000	0.783	
7	7	1	78.308	100.000	0.783	
8	8	1	78.308	100.000	0.783	
9	9	1	78.308	100.000	0.783	
10	11	1	78.254	100.000	0.783	
11	10	1	78.254	100.000	0.783	
12	13	1	78.288	100.000	0.783	
13	12	1	78.288	100.000	0.783	
14	15	1	78.281	100.000	0.783	
15	14	1	78.288	100.000	0.783	
16	17	1	78.275	100.000	0.783	
17	16	1	78.281	100.000	0.783	
18	19	1	78.268	100.000	0.783	
19	18	1	78.268	100.000	0.783	
20	22	1	78.301	100.000	0.783	
21	20	1	78.301	100.000	0.783	
22	21	1	78.301	100.000	0.783	
23	VD3	1	80.836	100.000	0.808	
24	VD6	1	80.333	100.000	0.803	
25	VD4	1	80.255	100.000	0.803	
26	VD5	1	80.021	100.000	0.800	
27	R13	1	78.321	100.000	0.783	
28	R12	1	78.327	100.000	0.783	
29	R11	1	78.341	100.000	0.783	
30	R10	1	78.058	100.000	0.781	

Расчёты многократного удара с учётом температуры

- статистика многократного удара с учётом температуры

АСОНИКА

1N - Случайная вибрация (с учетом температуры)
Статистика процесса моделирования

© АСОНИКА, 27.10.2010 17:20:49

ОБЩЕЕ ВРЕМЯ РАСЧЕТА:	00:00:01.156

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:	00:00:00.000
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТЫ (ВРЕМЕНИ):	00:00:01.063
СОХРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ:	00:00:00.093

КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ ЧАСТОТЫ (ВРЕМЕНИ):	122
СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ АНАЛИЗА ОТДЕЛЬНОГО ШАГА:	00:00:00.008

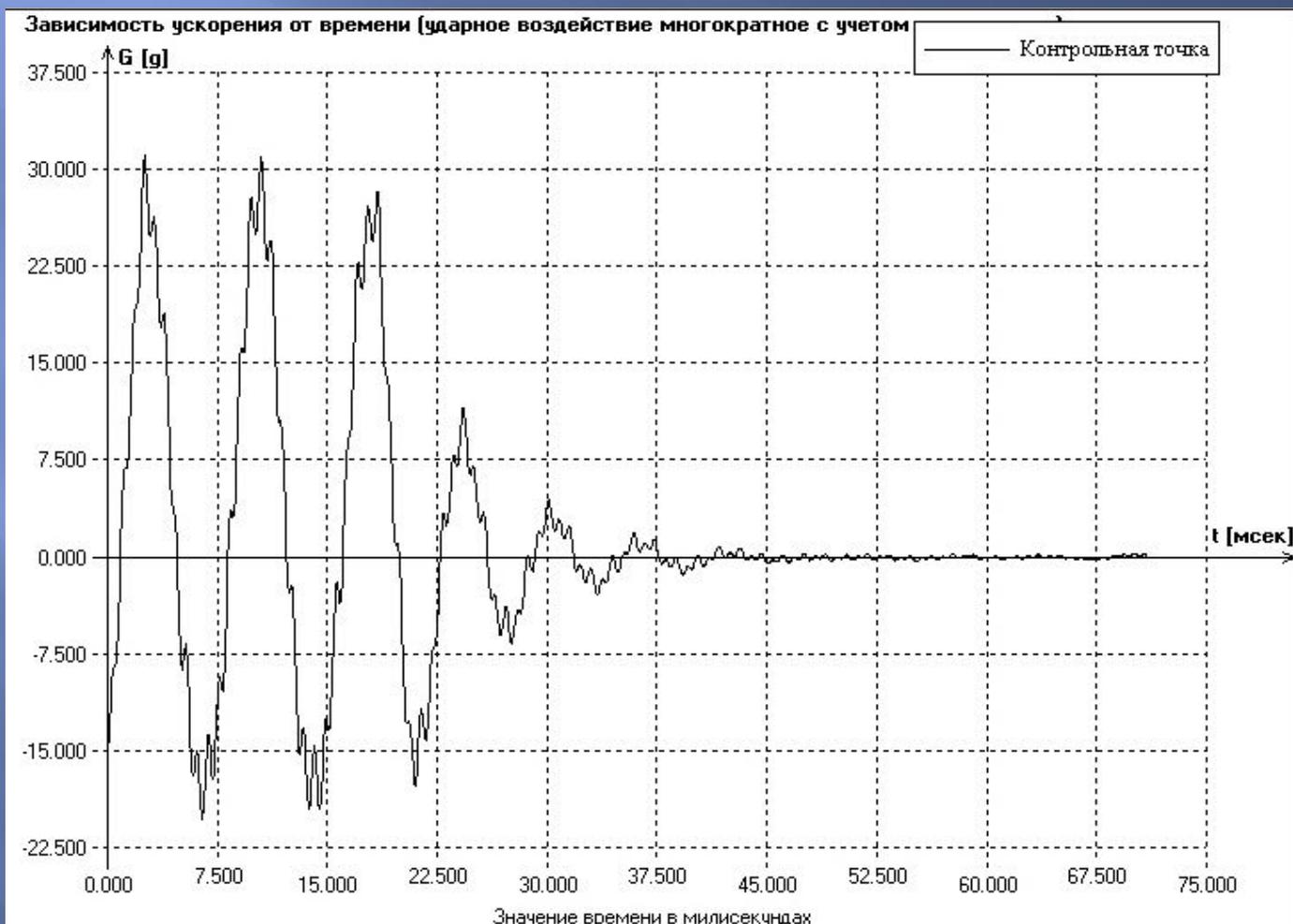
КОЛИЧЕСТВО ДИСКРЕТОВ ПО ОСИ X:	10
КОЛИЧЕСТВО ДИСКРЕТОВ ПО ОСИ Y:	10

РАЗМЕРНОСТЬ МАТРИЦЫ:	100
КОЛИЧЕСТВО НЕНУЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ИСХОДНОЙ МАТРИЦЕ:	1104
КОЛИЧЕСТВО НЕНУЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В #АКТОРИЗОВАННОЙ МАТРИЦЕ:	3552
КОЛИЧЕСТВО ОБРАЩЕНИЙ МАТРИЦЫ:	546
СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОБРАЩЕНИЯ МАТРИЦЫ:	00:00:00.002
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКАЯ ОШИБКА ВЫЧИСЛЕНИЙ:	9.696E-07

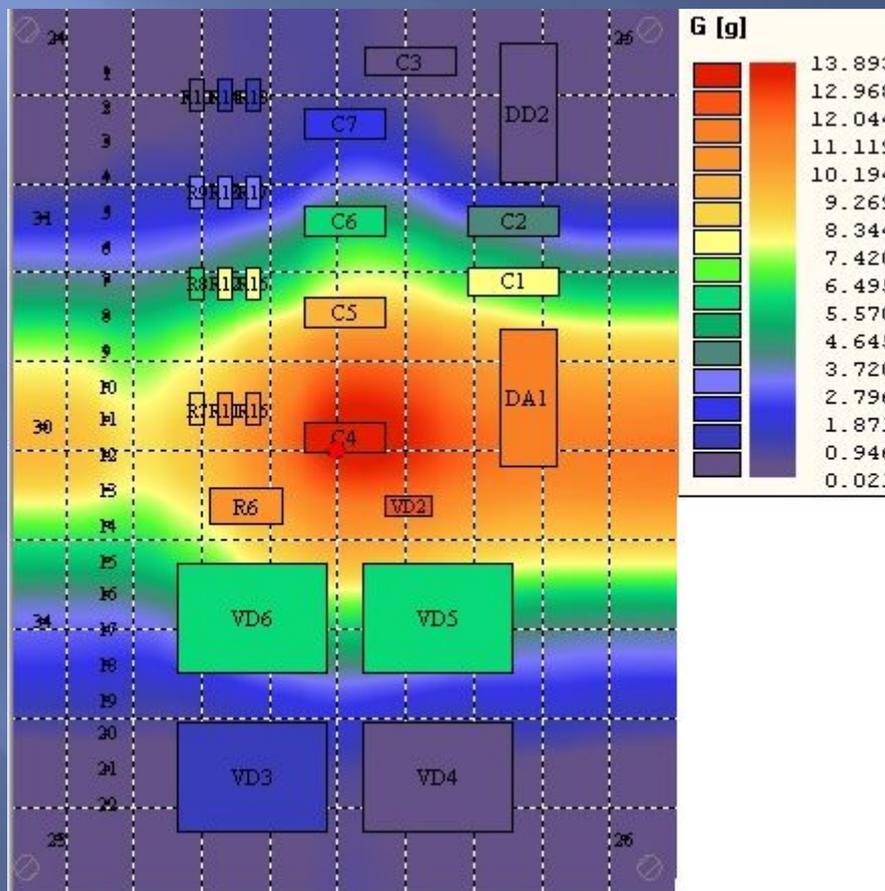
АСОНИКА

Сохранить Закрыть

АЧХ ПУ в контрольной точке



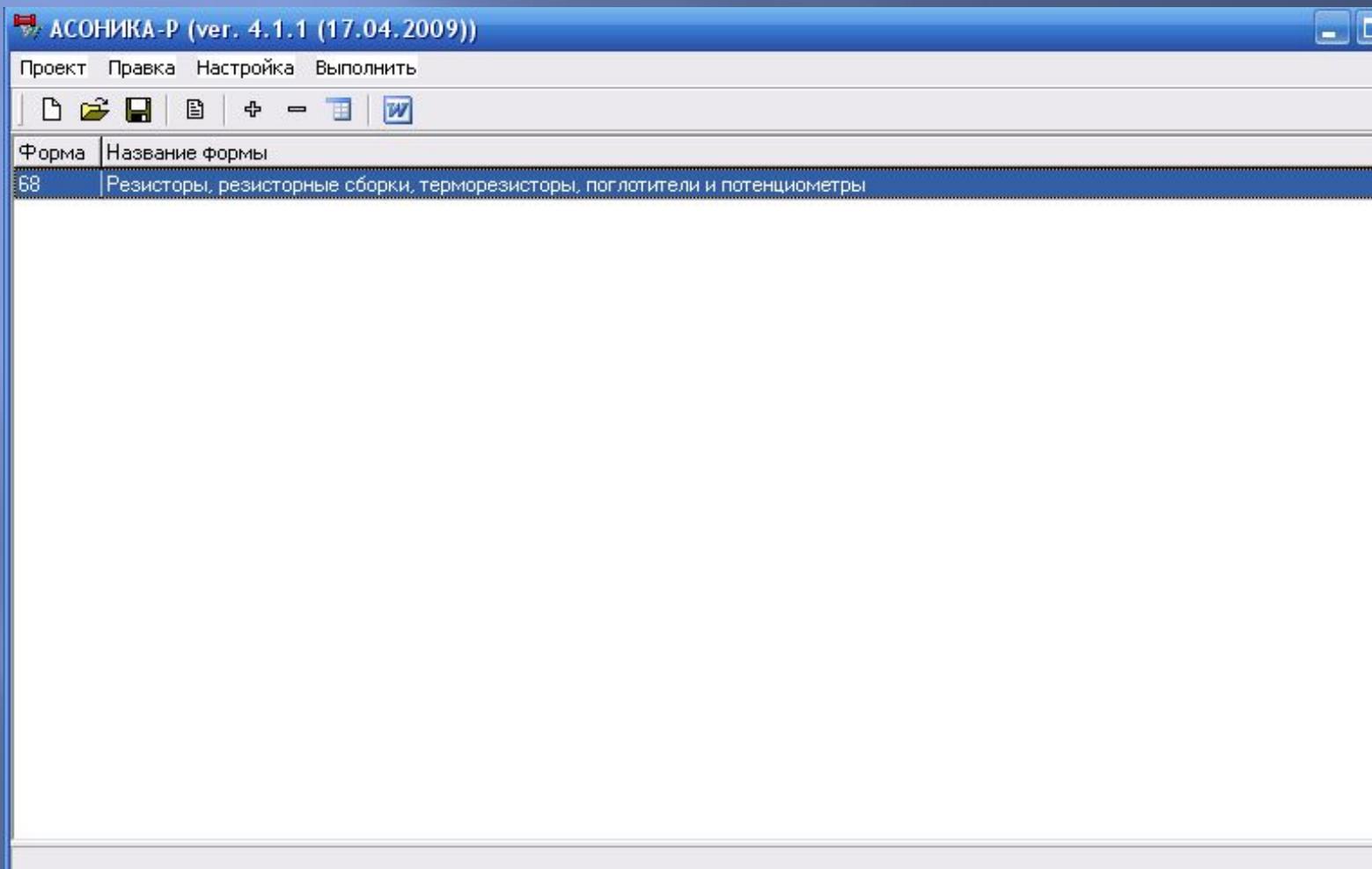
Результат расчёта многократного удара с учётом температуры



Карта режимов многократного удара с учётом температуры

№	Обозначение ЭРИ	Сторона	Время, [мс]	Ускорение	По НТД	Козфф. нагрузки	Перегрузка
1	1	1	10.500	12.112	500.000	0.024	
2	2	1	10.500	15.371	500.000	0.031	
3	3	1	10.500	15.371	500.000	0.031	
4	4	1	10.500	15.371	500.000	0.031	
5	5	1	2.500	17.081	500.000	0.034	
6	6	1	2.500	17.081	500.000	0.034	
7	7	1	2.500	20.802	500.000	0.042	
8	8	1	2.500	20.802	500.000	0.042	
9	9	1	2.500	20.802	500.000	0.042	
10	11	1	2.500	26.515	500.000	0.053	
11	10	1	2.500	26.515	500.000	0.053	
12	13	1	10.500	24.905	500.000	0.050	
13	12	1	10.500	24.905	500.000	0.050	
14	15	1	10.500	19.615	500.000	0.039	
15	14	1	10.500	24.905	500.000	0.050	
16	17	1	10.500	19.787	500.000	0.040	
17	16	1	10.500	19.615	500.000	0.039	
18	19	1	10.500	19.960	500.000	0.040	
19	18	1	10.500	19.960	500.000	0.040	
20	22	1	10.500	15.214	500.000	0.030	
21	20	1	10.500	15.214	500.000	0.030	
22	21	1	10.500	15.214	500.000	0.030	
23	VD3	1	10.500	15.225	500.000	0.030	
24	VD6	1	10.500	21.323	500.000	0.043	
25	VD4	1	10.500	15.020	500.000	0.030	
26	VD5	1	10.500	21.426	500.000	0.043	
27	R13	1	10.500	18.346	500.000	0.037	
28	R12	1	10.500	23.094	500.000	0.046	
29	R11	1	10.500	26.615	500.000	0.053	
30	R10	1	10.500	16.826	500.000	0.034	

АСОНИКА-Р



Пример КРР формы 68

Форма 68

Карта рабочих режимов резисторов, резисторных сборок, терморезисторов, поглотителей и потенциометров

Позиционное обозначение		R1	R2	R3					
Наименование изделия		C2-23-0.062-110кОм±5%-1.0-А ОЖ0.467.081 ТУ	C2-23-0.062-110кОм±5%-1.0-А ОЖ0.467.081 ТУ	C2-23-0.062-110кОм±5%-1.0-А ОЖ0.467.081 ТУ					
Режим работы		в схеме	по НД	в схеме	по НД	в схеме	по НД		
Напряжение, В	постоянное	1	90	100	110	100	90	100	
	переменное (амплитудное)	2	80	100	80	100	120	100	
	импульсное	3	60	150	60	150	60	150	
	суммарное	4	2.30E+02	-	2.50E+02	-	2.70E+02	-	
Импульсный режим	частота, Гц	5	400000	500000	400000	500000	4000000	500000	
	длительность импульса, мкс	6	450	500	450	500	450	500	
	мощность, Вт	импульсная	7		-		-		-
		средняя	8	0.005	0.0062	0.005	0.0062	0.005	0.0062
коэффициент нагрузки	9	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
Ток через подвижный контакт переменного резистора, мА		10		-		-		-	
Температура, °C	окружающей среды	11	50	60	50	60	50	60	
	перегрева	12		-		-		-	
Суммарная мощность, Вт		13		5.00E-01		5.00E-01		5.00E-01	
Температура окружающей среды (корпуса), °C		14	78	60	79	60	78	60	
Коэффициент нагрузки		15	0.00	0.7	0.00	0.7	0.00	0.7	
Примечание		16	Не соотв. ТУ		Не соотв. ТУ		Не соотв. ТУ		

Подп. и дата

Имя, № дубля

Взам. инв. №

Пример КРР формы 5

Форма 5

Карта ЭРИ, примененных при механических воздействиях, не соответствующих требованиям НД

Наименование ЭРИ		С2-23-0.062-110кОм=5%-1.0-А ОЖ0.467.081 ТУ		С2-23-0.062-110кОм=5%-1.0-А ОЖ0.467.081 ТУ			
Позиционное обозначение		R2		R3			
Условия эксплуатации		в аппаратуре	по НД	в аппаратуре	по НД		
Вибрация	ускорение, М.С.Е.-2(G)	1	266.85	40	165.60	40	
	диапазон частот, Гц	2	10-1000	1-5000	10-1000	1-5000	
Механический удар	единичный	ускорение, М.С.Е.-2(G)	3	20.81	1500	13.61	1500
		длительность, мс	4		0.1-2		0.1-2
	многократный	ускорение, М.С.Е.-2(G)	5	85	150	110	150
		длительность, мс	6		1-5		1-5
Отметка о согласовании		7					
Примечание		8	Не соотв. ТУ		Не соотв. ТУ		

Лист и дата

Имя, № докум.

№