



➤ ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА АППАРАТУРЫ АСОНИКА ПЕРЕД ЗАРУБЕЖНЫМИ СИСТЕМАМИ ANSYS, NASTRAN, COSMOS, COMSOL И ДРУГИМИ

Работу электронной компонентной базы (ЭКБ) и электронной аппаратуры (ЭА) в целом значительно ухудшает воздействие вибраций, ударов, тепла, электромагнитных полей, радиации и т.д. Поэтому важным этапом создания ЭКБ и ЭА являются их испытания на все эти воздействия.

В России существуют испытательные центры, позволяющие проводить подобные натурные испытания ЭКБ и ЭА. Оптимальное сочетание натуральных испытаний с виртуальными позволит повысить эффективность проектирования ЭКБ и ЭА:

- обеспечить успешность прохождения натуральных испытаний опытных образцов ЭКБ и ЭА;

- сократить количество итераций при доработке ЭКБ и ЭА по результатам натуральных испытаний;
- обеспечить значительную экономию денежных средств и сокращение сроков создания ЭКБ и ЭА за счет уменьшения количества испытаний при одновременном повышении качества и надежности.

Назначение виртуальных испытаний:

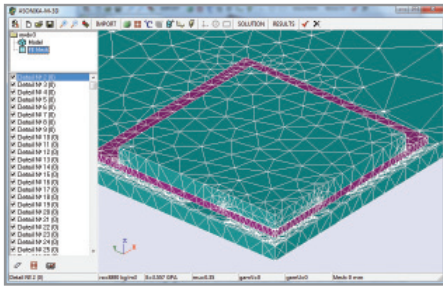
- определить тепловые, механические и другие характеристики ЭКБ и ЭА при внешних воздействующих факторах (ВВФ) на ранних этапах проектирования ЭКБ и ЭА, когда еще не создан опытный образец ЭКБ и ЭА, и обеспечить стойкость ЭКБ и ЭА к ВВФ;

- добившись адекватности виртуальных и натуральных испытаний путем идентификации параметров моделей ЭКБ и ЭА, проверить работоспособность ЭКБ и ЭА в критических режимах в условиях ВВФ.

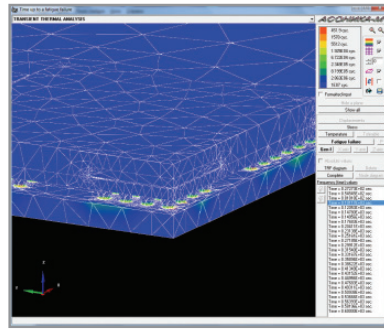
Назначение натуральных испытаний:

- провести анализ стойкости опытных образцов ЭКБ и ЭА к ВВФ;
- получить для ЭКБ допустимые значения ускорений, температур и других характеристик;
- провести идентификацию параметров моделей ЭКБ и ЭА, используемых при виртуальных испытаниях.

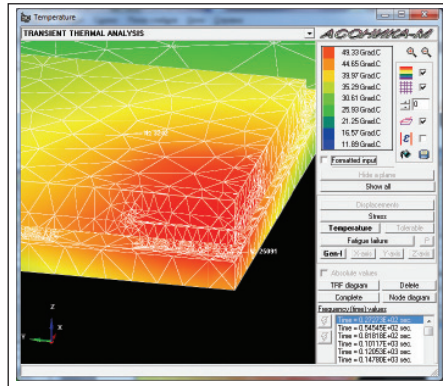
В 2018 году впервые в России создан Центр виртуальных испытаний МЭС "АСОНИКА" (г. Владимир), который



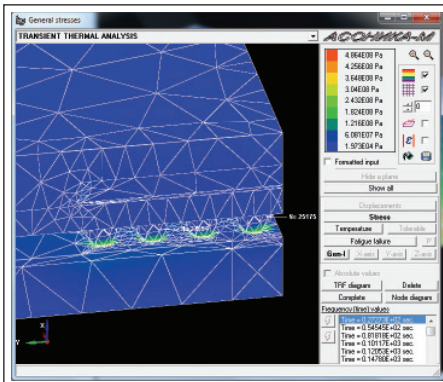
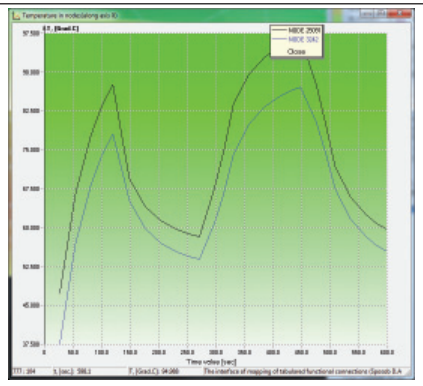
Конечно-элементная сетка для интегральных микросхем



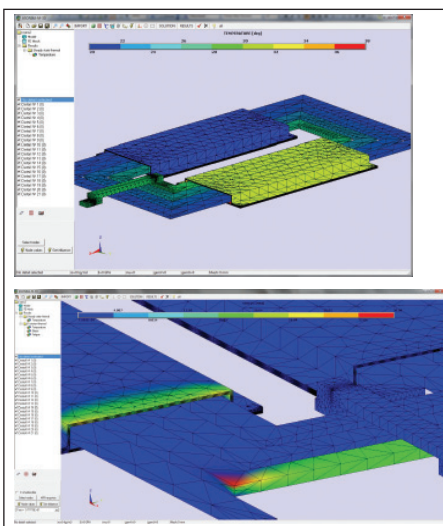
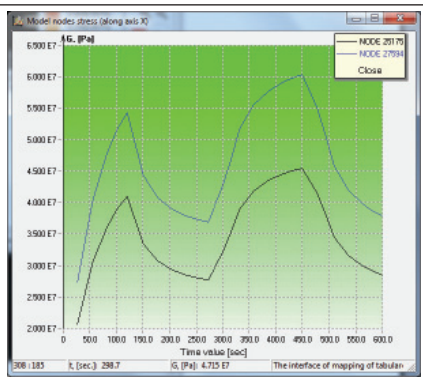
Усталостные разрушения в интегральных микросхемах



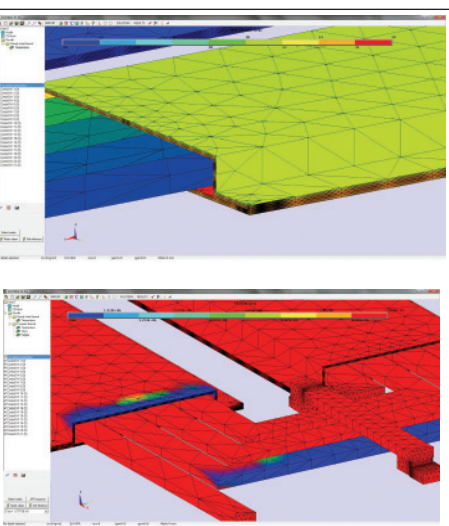
Температурные зависимости для интегральных микросхем



Механические напряжения в интегральных микросхемах



Моделирование интегральных микросхем на наноуровне (25 нм)



базируется на российской Автоматизированной системе обеспечения надежности и качества аппаратуры (АСОНИКА), разработанной научным коллективом ООО "НИИ "АСОНИКА" [1-3]. Система АСОНИКА уже более 30 лет применяется на многих российских предприятиях, прежде всего оборонной, космической и авиационной отраслей. Система аттестована Министерством обороны РФ, выпущены Руководящие документы военные (РДВ). В рамках системы АСОНИКА создана связанная с моделирующими подсистемами база данных ЭКБ и материалов по геометрическим, физико-механическим, усталостным, теплофизическим, электрическим, электромагнитным и надежностным параметрам.

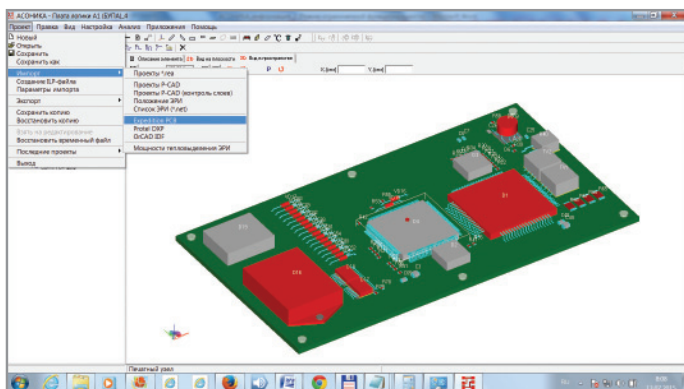
Вышла в свет новая книга по системе АСОНИКА: "Опыт применения автоматизированной системы АСОНИКА в промышленности Российской Федерации" [4]. В монографии рассмотрено множество примеров, полученных в результате многолетнего (27 лет) применения системы АСОНИКА. Книгу можно скачать с сайта www.asonika-online.ru в разделе "Книги" по ссылке <http://asonika-online.ru/books>.

Технология на основе системы АСОНИКА – единственная в России, позволяющая осуществить сквозное проектирование (от технического задания и до изготовления опытного образца) высоконадежных ЭКБ и ЭА космических, авиационных и других подвижных объектов с учетом внешних тепловых, механических, электромагнитных воздействий.

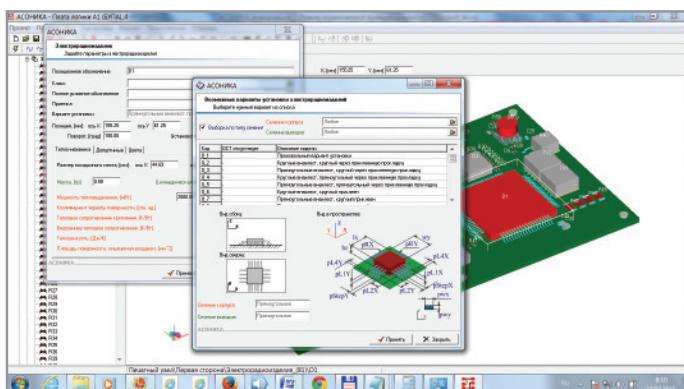
Созданная электронная модель впервые позволит реализовать CALS-технологии в электронике на всех 11 этапах жизненного цикла – от маркетинговых исследований до утилизации. Автоматизированная система АСОНИКА не имеет аналогов или сопоставимых прототипов в области моделирования высоконадежной электроники как в России, так и за рубежом.

Преимущества системы АСОНИКА

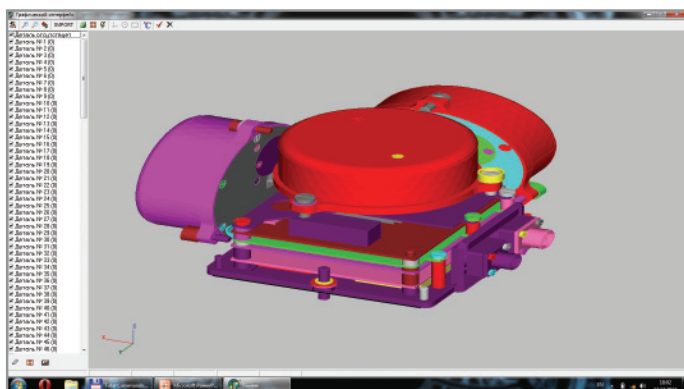
1. Моделирование тепловых, механических, в том числе усталостных, и других физических процессов в ЭКБ, включая интегральные микросхемы, в том числе на наноуровне.
2. В системе АСОНИКА созданы простые и интуитивно понятные интеллектуальные графические интерфейсы, состыкованные с базой данных материалов и электронных компо-



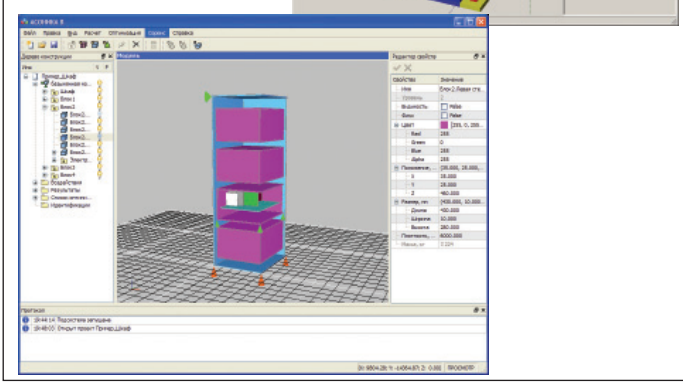
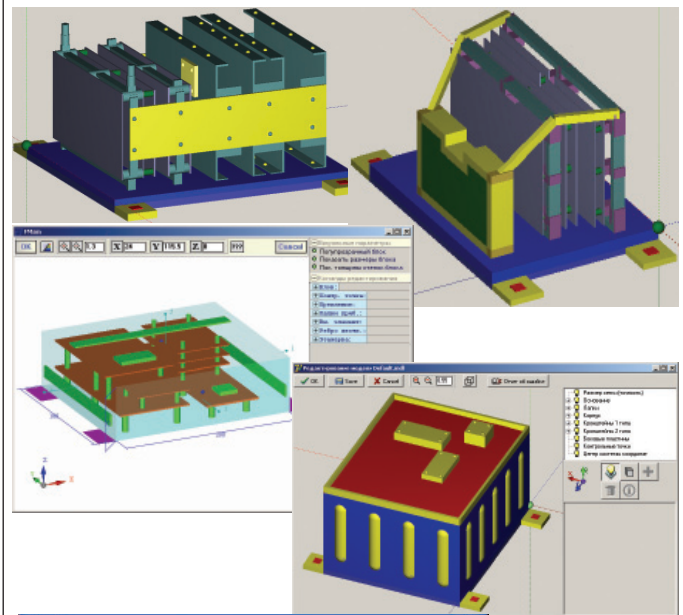
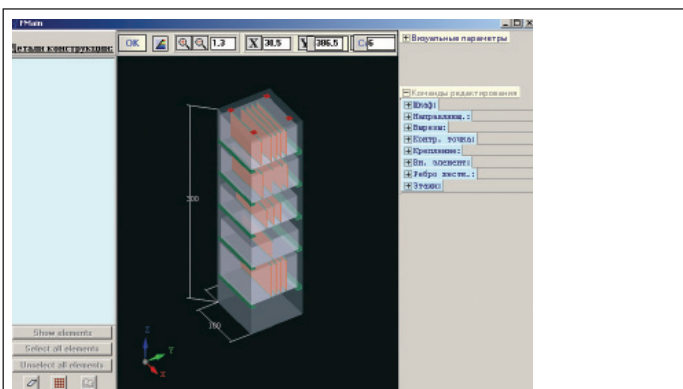
Конвертация печатных узлов из известных САПР: Mentor Graphics, Altium Designer, OrCAD и других – в формате IDF (АСОНИКА-ТМ)



База данных материалов и электронных компонентов (АСОНИКА-БД)



Автоматическая конвертация 3D-моделей произвольных конструкций электроники из известных САПР: ProEngineer, SOLIDWORKS, Inventor и других – в форматах IGES, STEP и SAT, в том числе автоматическое разбиение и построение сетки, а также склеивание моделей в местах стыковки деталей с разными шагами сетки (АСОНИКА-М-3D)

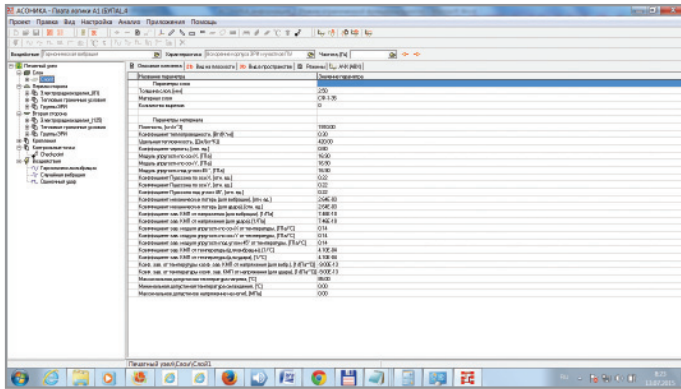


Графический интерфейс для ввода типовых конструкций шкафов и блоков электроники, в том числе на виброизоляторах, включающий автоматическое разбиение и построение сетки, а также склеивание моделей в местах стыковки деталей с разными шагами сетки (АСОНИКА-М-ШКАФ, АСОНИКА-М, АСОНИКА-В)

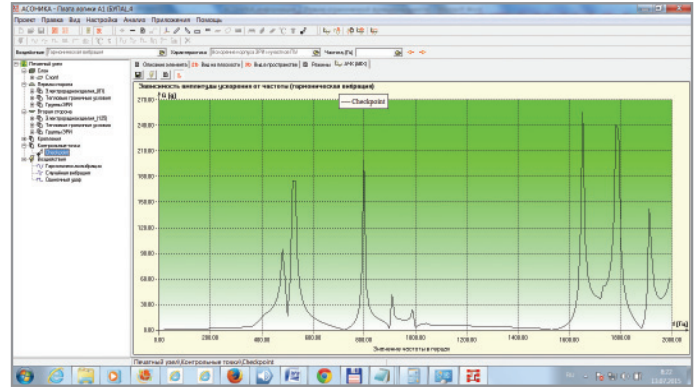
ментов, содержащей геометрические, физико-механические, теплофизические и другие параметры, а также допустимые значения характеристик, необходимые для принятия решения. При этом печатные узлы автоматиче-

ски конвертируются из известных САПР (Mentor Graphics, Altium Designer, OrCAD и др.) в формате IDF. Исключаются ошибки человеческого фактора при задании исходных данных. В отличие от систем

ANSYS, NASTRAN, COSMOS, COMSOL и др., которые ничего этого не имеют, система АСОНИКА специализирована в области электроники и является инструментом разработчика электроники.



Параметры материалов для учета зависимости демпфирования от механических напряжений (АСОНИКА-ТМ)



Ускорения электронных компонентов, в том числе на резонансах, рассчитанные с учетом нелинейности демпфирующих свойств современных материалов (АСОНИКА-ТМ)

3. Учтены особенности свойств материалов, применяемых в электронике, — например, их нелинейные свойства, не характерные для других изделий, например машиностроительных, для моделирования которых используются широко известные системы ANSYS, NASTRAN, COSMOS, COMSOL и др., не учитывающие специфику электроники. Данная специфика выражается, например, в нелинейности демпфи-

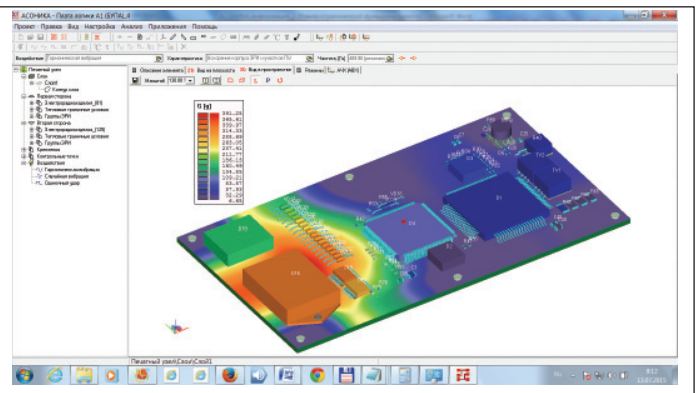
рующих свойств современных материалов. В системе АСОНИКА заложена зависимость демпфирования от механических напряжений, чего нет в известных системах. В связи с этим в упомянутых системах нет возможности точно определить ускорения электронных компонентов, особенно на резонансах. А для электронных компонентов это особенно важно, так как для них задаются допустимые ускорения при

всех механических воздействиях, которые ни в коем случае нельзя превышать.

4. В системе АСОНИКА созданы простые и интуитивно понятные пост-процессоры, позволяющие, в отличие от системы ANSYS и др., сразу определять все необходимые выходные тепловые, механические и другие характеристики, необходимые для принятия решения разработчиком электроники.

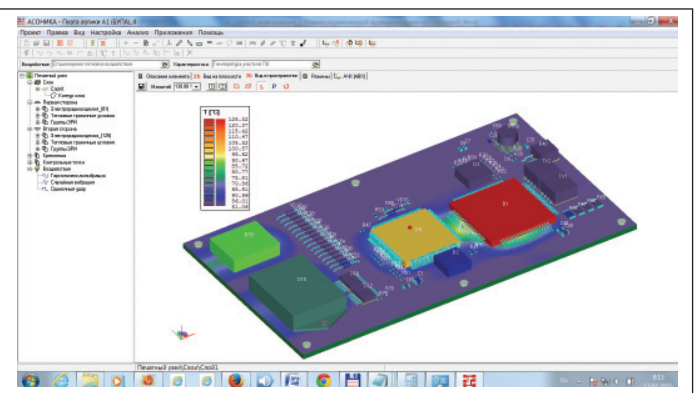
ИД	Имя	Компонент	Величина	Единица	Допустимое
01	С10	1	1798	mm/s²	4000
02	С10	2	1798	mm/s²	4000
03	С10	3	1798	mm/s²	4000
04	С10	4	1798	mm/s²	4000
05	С10	5	1798	mm/s²	4000
06	С10	6	1798	mm/s²	4000
07	С10	7	1798	mm/s²	4000
08	С10	8	1798	mm/s²	4000
09	С10	9	1798	mm/s²	4000
10	С10	10	1798	mm/s²	4000
11	С10	11	1798	mm/s²	4000
12	С10	12	1798	mm/s²	4000
13	С10	13	1798	mm/s²	4000
14	С10	14	1798	mm/s²	4000
15	С10	15	1798	mm/s²	4000
16	С10	16	1798	mm/s²	4000
17	С10	17	1798	mm/s²	4000
18	С10	18	1798	mm/s²	4000
19	С10	19	1798	mm/s²	4000
20	С10	20	1798	mm/s²	4000
21	С10	21	1798	mm/s²	4000
22	С10	22	1798	mm/s²	4000
23	С10	23	1798	mm/s²	4000
24	С10	24	1798	mm/s²	4000
25	С10	25	1798	mm/s²	4000
26	С10	26	1798	mm/s²	4000
27	С10	27	1798	mm/s²	4000
28	С10	28	1798	mm/s²	4000
29	С10	29	1798	mm/s²	4000
30	С10	30	1798	mm/s²	4000
31	С10	31	1798	mm/s²	4000
32	С10	32	1798	mm/s²	4000
33	С10	33	1798	mm/s²	4000
34	С10	34	1798	mm/s²	4000
35	С10	35	1798	mm/s²	4000
36	С10	36	1798	mm/s²	4000
37	С10	37	1798	mm/s²	4000
38	С10	38	1798	mm/s²	4000
39	С10	39	1798	mm/s²	4000
40	С10	40	1798	mm/s²	4000
41	С10	41	1798	mm/s²	4000
42	С10	42	1798	mm/s²	4000
43	С10	43	1798	mm/s²	4000
44	С10	44	1798	mm/s²	4000
45	С10	45	1798	mm/s²	4000
46	С10	46	1798	mm/s²	4000
47	С10	47	1798	mm/s²	4000
48	С10	48	1798	mm/s²	4000
49	С10	49	1798	mm/s²	4000
50	С10	50	1798	mm/s²	4000

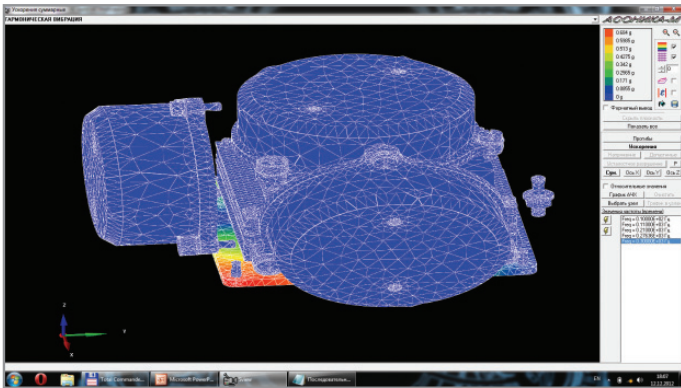
Ускорения электронных компонентов в сравнении с допустимыми значениями, автоматически взятыми из базы данных (АСОНИКА-ТМ)



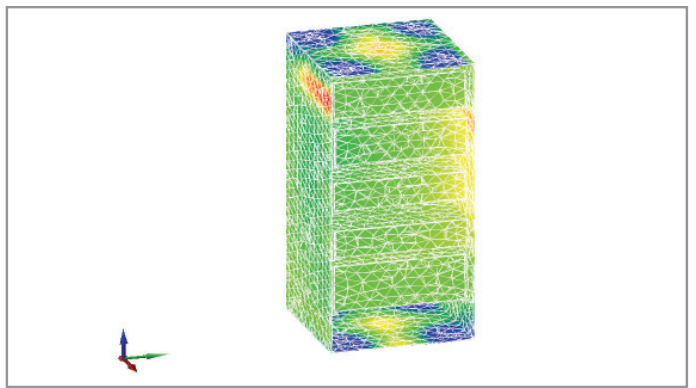
ИД	Имя	Компонент	Величина	Единица	Допустимое
01	С10	1	60.00	mm/s²	4000
02	С10	2	60.00	mm/s²	4000
03	С10	3	60.00	mm/s²	4000
04	С10	4	60.00	mm/s²	4000
05	С10	5	60.00	mm/s²	4000
06	С10	6	60.00	mm/s²	4000
07	С10	7	60.00	mm/s²	4000
08	С10	8	60.00	mm/s²	4000
09	С10	9	60.00	mm/s²	4000
10	С10	10	60.00	mm/s²	4000
11	С10	11	60.00	mm/s²	4000
12	С10	12	60.00	mm/s²	4000
13	С10	13	60.00	mm/s²	4000
14	С10	14	60.00	mm/s²	4000
15	С10	15	60.00	mm/s²	4000
16	С10	16	60.00	mm/s²	4000
17	С10	17	60.00	mm/s²	4000
18	С10	18	60.00	mm/s²	4000
19	С10	19	60.00	mm/s²	4000
20	С10	20	60.00	mm/s²	4000
21	С10	21	60.00	mm/s²	4000
22	С10	22	60.00	mm/s²	4000
23	С10	23	60.00	mm/s²	4000
24	С10	24	60.00	mm/s²	4000
25	С10	25	60.00	mm/s²	4000
26	С10	26	60.00	mm/s²	4000
27	С10	27	60.00	mm/s²	4000
28	С10	28	60.00	mm/s²	4000
29	С10	29	60.00	mm/s²	4000
30	С10	30	60.00	mm/s²	4000
31	С10	31	60.00	mm/s²	4000
32	С10	32	60.00	mm/s²	4000
33	С10	33	60.00	mm/s²	4000
34	С10	34	60.00	mm/s²	4000
35	С10	35	60.00	mm/s²	4000
36	С10	36	60.00	mm/s²	4000
37	С10	37	60.00	mm/s²	4000
38	С10	38	60.00	mm/s²	4000
39	С10	39	60.00	mm/s²	4000
40	С10	40	60.00	mm/s²	4000
41	С10	41	60.00	mm/s²	4000
42	С10	42	60.00	mm/s²	4000
43	С10	43	60.00	mm/s²	4000
44	С10	44	60.00	mm/s²	4000
45	С10	45	60.00	mm/s²	4000
46	С10	46	60.00	mm/s²	4000
47	С10	47	60.00	mm/s²	4000
48	С10	48	60.00	mm/s²	4000
49	С10	49	60.00	mm/s²	4000
50	С10	50	60.00	mm/s²	4000

Температуры электронных компонентов в сравнении с допустимыми значениями, автоматически взятыми из базы данных (АСОНИКА-ТМ)

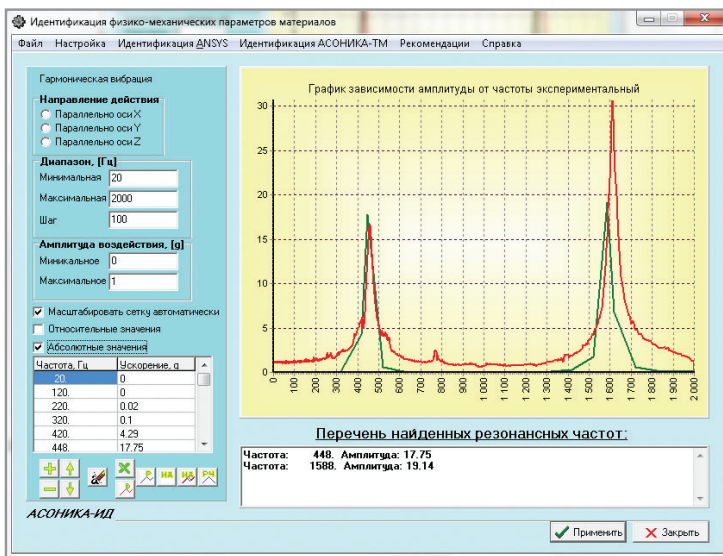




Ускорения и механические напряжения в блоках (АСОНИКА-М-3D)

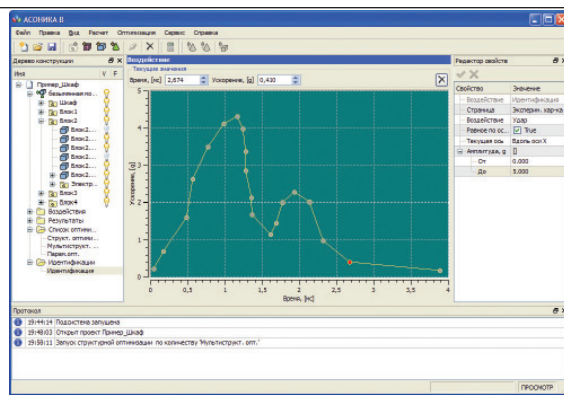
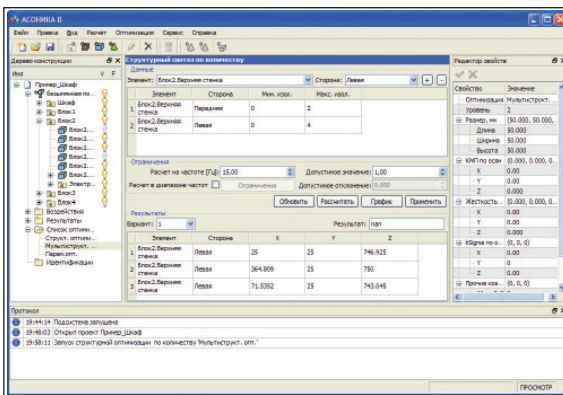


Ускорения и механические напряжения в шкафах (АСОНИКА-М-ШКАФ)

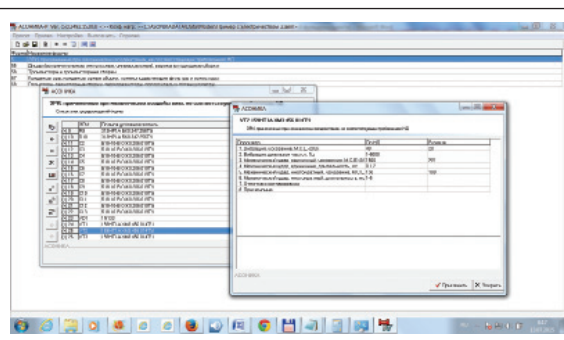
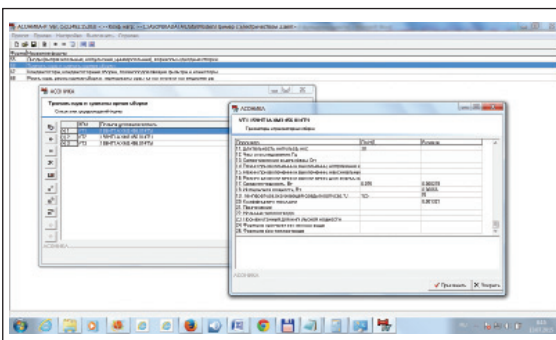


Идентификация физико-механических параметров в подсистеме АСОНИКА-ИД

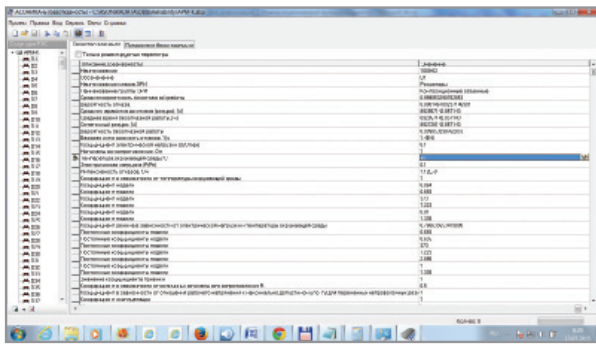
5. Система АСОНИКА, в отличие от системы ANSYS и др., предоставляет возможность идентификации физико-механических, теплофизических и других параметров, что крайне необходимо для обеспечения точности моделирования, так как многие параметры отсутствуют в справочниках.
6. В отличие от системы ANSYS и др., реализована возможность параметрической и структурной оптимизации конструкций на виброизоляторах (в подсистеме АСОНИКА-В), что крайне необходимо для обеспечения стойкости аппаратуры к механическим воздействиям.
7. Система АСОНИКА, в отличие от системы ANSYS и др., предоставляет возможность создания карт рабочих режимов (КРР) электронных компонентов с учетом тепловых и механических воздействий.



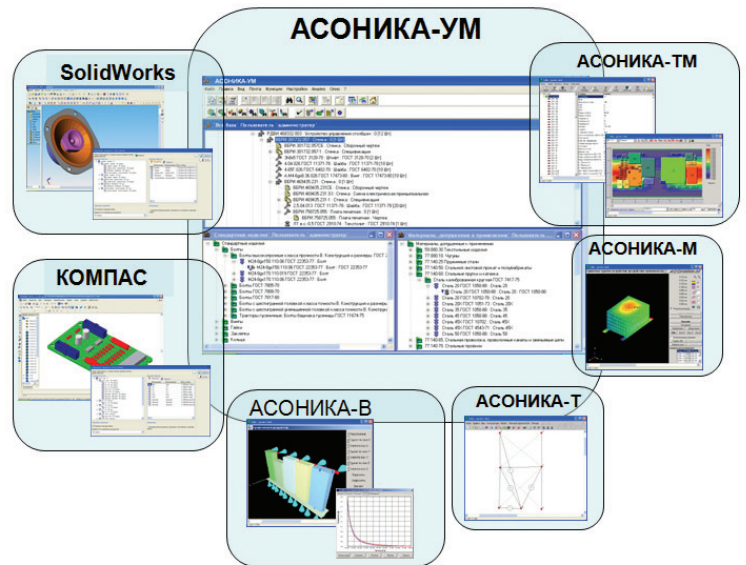
Параметрическая и структурная оптимизация конструкций на виброизоляторах в подсистеме АСОНИКА-В



Создание карт рабочих режимов электронных компонентов в подсистеме АСОНИКА-Р



Анализ показателей надежности электронных компонентов и аппаратуры в подсистеме АСОНИКА-Б



Создание электронной модели изделия в подсистеме АСОНИКА-УМ

Расчетное ядро АСОНИКА	Расчетное ядро ANSYS	Расчетное ядро АСОНИКА	Расчетное ядро ANSYS
Учет специфики электроники +	Учет специфики электроники -	300 тыс. руб.	>3 млн. руб.
Рекомендация РДВ +	Рекомендация РДВ -	Количество ядер – не ограничено	Количество ядер – 4. Далее по \$4000 за 1
БД ЭКБ +	БД ЭКБ -	Обновления и поддержка через год – 30 000 руб.	Обновления и поддержка через год – >700 000 руб.
Импорт STEP +	Импорт STEP -	Сканирование отсутствует	Сканирование через log-файлы
КРР +	КРР -		
Надежность ЭКБ +	Надежность ЭКБ -		

Сравнение АСОНИКА и ANSYS по техническим характеристикам

Сравнение АСОНИКА и ANSYS по экономическим характеристикам и информационной безопасности

ческих характеристик, полученных в результате моделирования и автоматически передаваемых в подсистему АСОНИКА-Р.

8. Система АСОНИКА, в отличие от системы ANSYS и др., обеспечивает возможность анализа показателей надежности электронных компонентов и аппаратуры в целом с учетом тепловых и механических характеристик, полученных в результате моделирования и автоматически передаваемых в подсистему АСОНИКА-Б.

9. В отличие от системы ANSYS и др., создается электронная модель изделия (в подсистеме АСОНИКА-УМ), необходимая для реализации CALS-технологий в электронике.

Система АСОНИКА имеет собственное расчетное ядро для всех видов расчетов. Схемы, приводимые в этой статье, отобра-

жают результаты сравнения расчетного ядра системы ANSYS с расчетным конечно-элементным ядром прочностного анализа системы АСОНИКА – как по техническим, так и по экономическим характеристикам, а также по информационной безопасности. Относительно других зарубежных систем ситуация аналогична.

Литература

1. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1 / Под ред. Кофанова Ю.Н., Малютина Н.В., Шалумова А.С. – М.: Энергоатомиздат, 2007, 368 с.
2. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлек-

тронных средствах с учетом внешних воздействий / Под ред. Шалумова А.С. – М.: Радиотехника, 2013, 424 с.

3. Шалумов М.А., Шалумов А.С. Виртуальная среда проектирования РЭС на основе комплексного моделирования физических процессов. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2016, 87 с.
4. Шалумов А.С., Шалумов М.А. Опыт применения автоматизированной системы АСОНИКА в промышленности Российской Федерации: монография. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2017, 422 с.

*Александр Шалумов,
д.т.н., проф.,
генеральный директор
ООО "НИИ "АСОНИКА"
E-mail: als@asonika-online.ru*