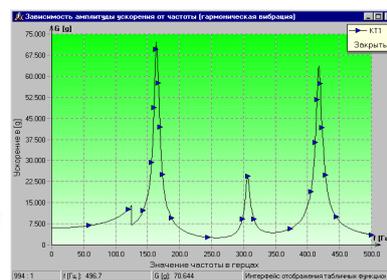
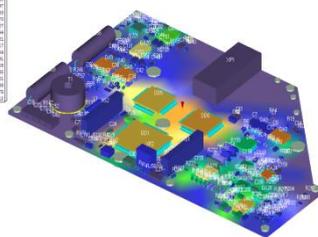
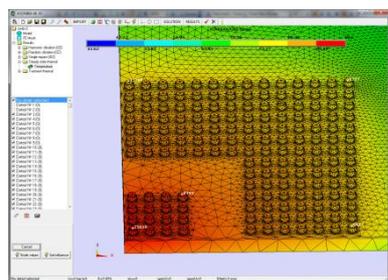




**Научно-исследовательский институт «АСОНИКА»**

**Центр компетенций «АСОНИКА»**

**в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и электронной аппаратуры на внешние воздействия**

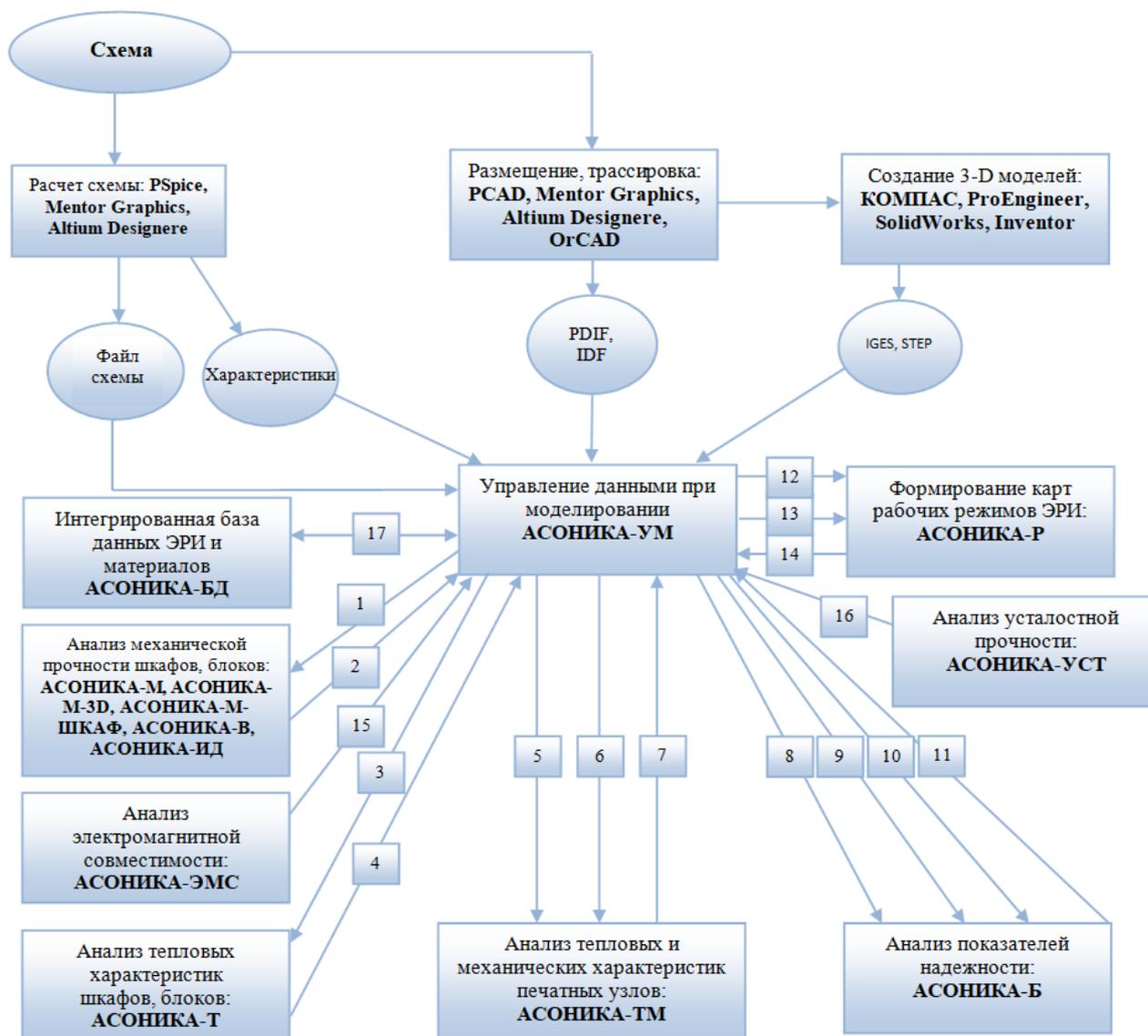


**НИИ «АСОНИКА»**  
[www.asonika-online.ru](http://www.asonika-online.ru)

**Директор – профессор, д.т.н.**  
**Шалумов Александр Славович**  
тел. +7-916-581-25-77  
e-mail: als@asonika-online.ru

Адрес: г. Владимир, ул. Луначарского, д.16А

# Структура виртуальных испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ) и электронной аппаратуры (ЭА) на внешние тепловые, механические, электромагнитные воздействия на базе системы АСОНИКА



**АСОНИКА-М** - анализ типовых конструкций блоков ЭА на механические воздействия;

**АСОНИКА-М-ШКАФ** - анализ типовых конструкций шкафов и стоек ЭА на механические воздействия;

**АСОНИКА-М-3D** - анализ стойкости произвольных объёмных конструкций ЭА и ЭКБ, созданных в системах ProEngineer, SolidWorks и других САЕ-системах в форматах IGES, STEP и SAT, к механическим воздействиям;

**АСОНИКА-В** - анализ стойкости к механическим воздействиям конструкций ЭА, установленных на виброизоляторах;

**АСОНИКА-ИД** - идентификация физико-механических и теплофизических параметров моделей ЭКБ и ЭА.



## Центр компетенций «АСОНИКА»

Центр компетенций «АСОНИКА» (далее - Центр) создан в г. Владимире в 2018 году, как структурное подразделение Научно-исследовательского института «АСОНИКА» (НИИ «АСОНИКА» - резидент Сколково в Кластере информационных технологий) и располагается в отдельном здании в центре города на улице Луначарского.

Центр осуществляет консультации в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействия, проводит лекционные и практические занятия на базе собственной разработки - **Автоматизированной системы обеспечения надёжности и качества аппаратуры АСОНИКА**, предоставляет возможность самостоятельного проведения моделирования своих изделий под руководством сотрудников Центра.

### **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 натурных испытаний путём идентификации параметров моделей ЭКБ и ЭА, проверить работоспособность ЭКБ и ЭА в критических режимах в условиях ВВФ.

Федеральной службой по интеллектуальной собственности 10.08.2012 на систему АСОНИКА выдано Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012617220 (копия в Приложении).

Система АСОНИКА - это единственная система моделирования, аттестованная Министерством обороны России (копия в Приложении).

Система АСОНИКА рекомендуется руководящими документами военными, входящими в комплекс стандартов «МОРОЗ-6», для применения в процессе проектирования и замены испытаний на ранних этапах проектирования (см. Приложение).

Возможности системы АСОНИКА подробно изложены на официальном сайте НИИ «АСОНИКА» [www.asonika-online.ru](http://www.asonika-online.ru)

В Центре размещен компьютерный класс, в котором на современных компьютерах установлена система АСОНИКА.

Консультации и обучение проводят высококвалифицированные сотрудники НИИ «АСОНИКА» - кандидаты и доктора наук - разработчики системы АСОНИКА.



Слушателям Центра предоставляются все необходимые методические материалы.

Это первый в России Центр компетенций в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействия.

#### **Задачи Центра:**

1. Проведение заказчиками виртуальных испытаний своих конструкций непосредственно в Центре под руководством специалистов Центра.

2. Проведение дистанционных виртуальных испытаний конструкций заказчиков специалистами Центра.

3. Проведение очных обучающих семинаров для руководителей подразделений по технологии моделирования и виртуальных испытаний.

4. Проведение очных обучающих семинаров для инженеров по конкретным задачам моделирования и виртуальных испытаний.

5. Проведение научно-исследовательских работ с целью разработки технических требований по обеспечению надёжности, стойкости к современной ЭКБ военного, специального и общепромышленного назначения.

6. Проведение технической экспертизы готовых проектов по ЭКБ и ЭА с точки зрения соответствия тепловых, механических, электромагнитных характеристик и показателей надёжности требованиям технического задания на разработку.

7. Обучение стандартам и руководящим военным документам в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействия.

**По вопросам организации семинаров и проведения виртуальных испытаний необходимо обращаться напрямую по электронной почте: [als@asonika-online.ru](mailto:als@asonika-online.ru) к директору Центра **Шалумову Александру Славовичу** – Генеральному директору Научно-исследовательского института «АСОНИКА», профессору, доктору технических наук, лауреату премии Правительства РФ в области науки и техники, Почетному работнику науки и техники РФ, академику Международной академии информатизации, эксперту научно-технической сферы Министерства образования и науки РФ.**



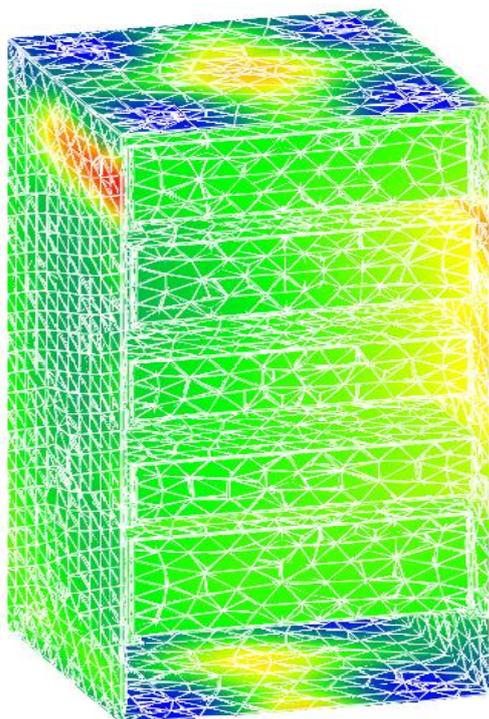
## **Виды виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействия:**

- Испытание конструкции (Определение собственных частот);
- Испытание на отсутствие резонансных частот в заданном диапазоне частот;
- Испытание на воздействие статических нагрузок (гравитации, давления, распределения температур);
- Испытание на виброустойчивость и вибропрочность воздействием синусоидальной или случайной широкополосной вибрации;
- Испытание на ударную устойчивость и ударную прочность при воздействии одиночного механического удара;
- Испытание на ударную устойчивость и ударную прочность при воздействии многократного механического удара;
- Испытание на воздействие линейного ускорения;
- Испытание на воздействие акустического шума;
- Испытание на воздействие синусоидальной вибрации с повышенной амплитудой ускорения (в критических режимах, в том числе невозпроизводимых при натурных испытаниях);
- Испытание на воздействие случайной широкополосной вибрации с повышенной спектральной плотностью ускорения (в критических режимах, в том числе невозпроизводимых при натурных испытаниях);
- Испытание на воздействие повышенной рабочей температуры среды;
- Испытание на воздействие повышенной предельной температуры среды;
- Испытание на воздействие пониженной рабочей температуры среды;
- Испытание на воздействие пониженной предельной температуры среды;
- Испытание на воздействие изменения температуры среды;
- Испытание на электромагнитную совместимость (ЭМС);
- Испытание на надёжность (безотказность и усталостную долговечность) с учетом тепловых и механических воздействий;
- Комбинированное испытание:
  - одновременное воздействие тепла (статическое и циклическое) и синусоидальной вибрации;
  - одновременное воздействие тепла (статическое и циклическое) и случайной вибрации;
  - одновременное воздействие тепла (статическое и циклическое) и многократного механического удара;
  - одновременное воздействие тепла (статическое и циклическое) и одиночного механического удара.

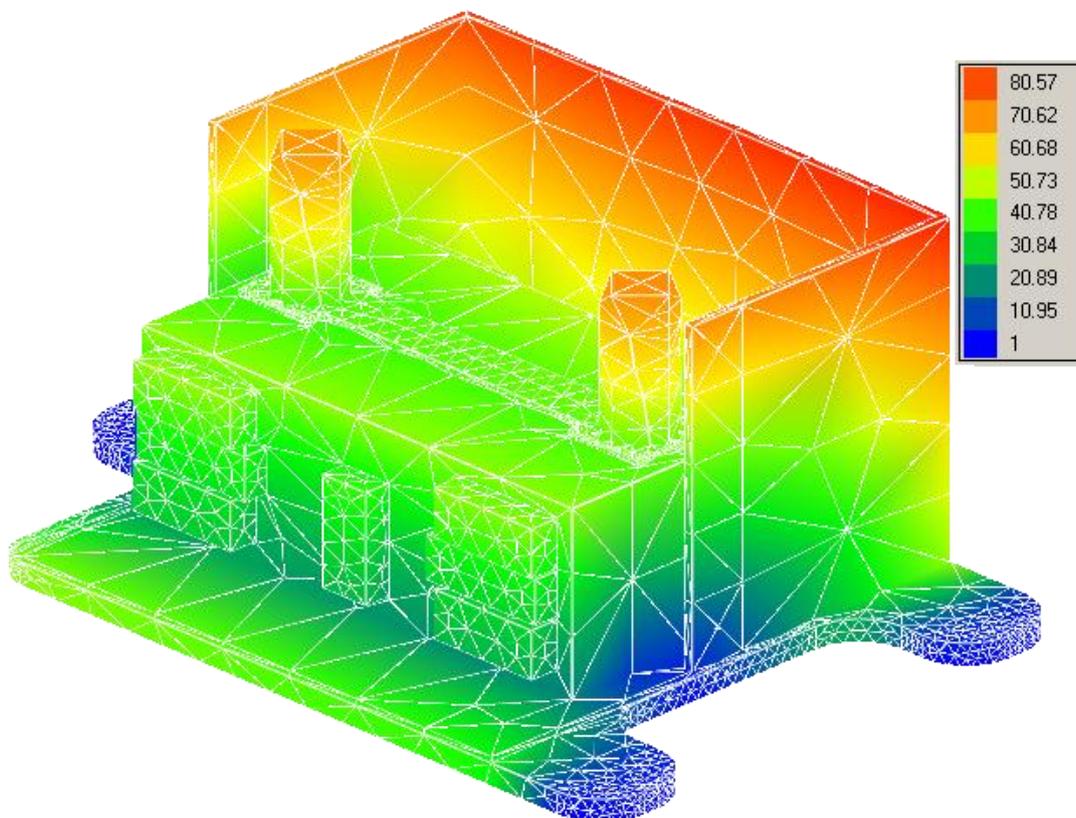
**По результатам виртуальных испытаний в системе АСОНИКА создаются карты рабочих режимов ЭКБ согласно последней редакции РДВ.319.01.09-94 (2000 года), а также создаётся электронная модель изделия.**



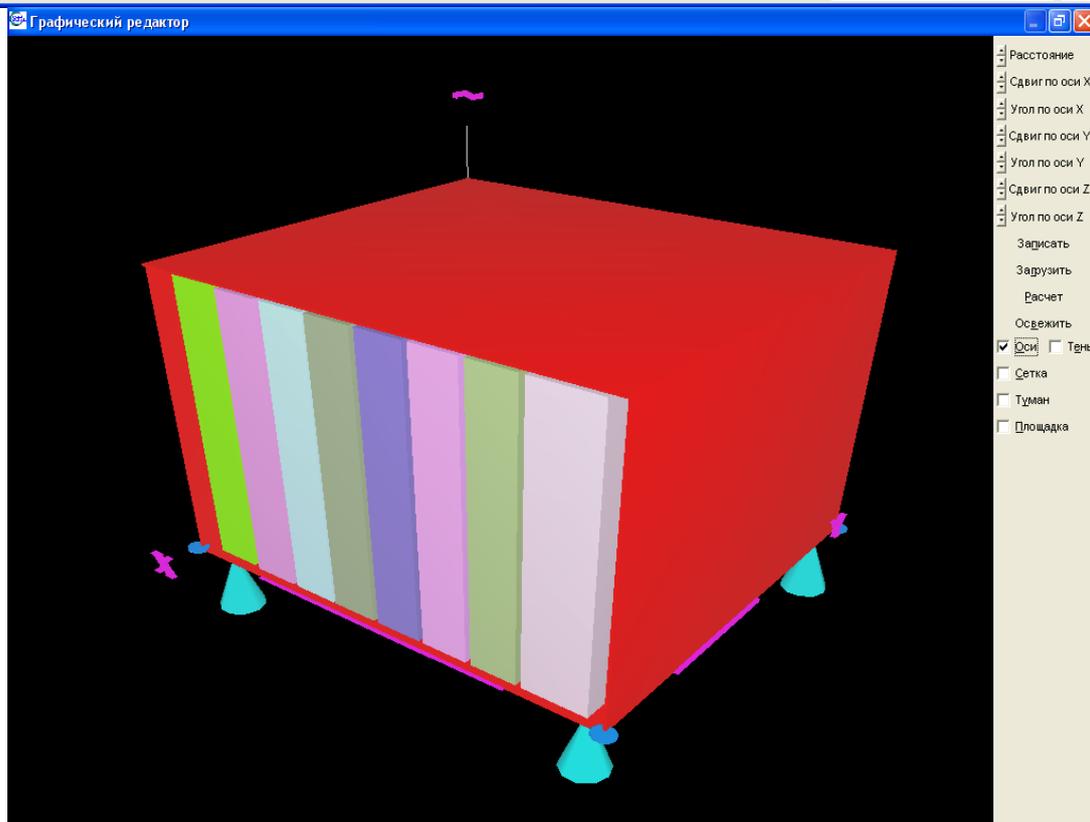
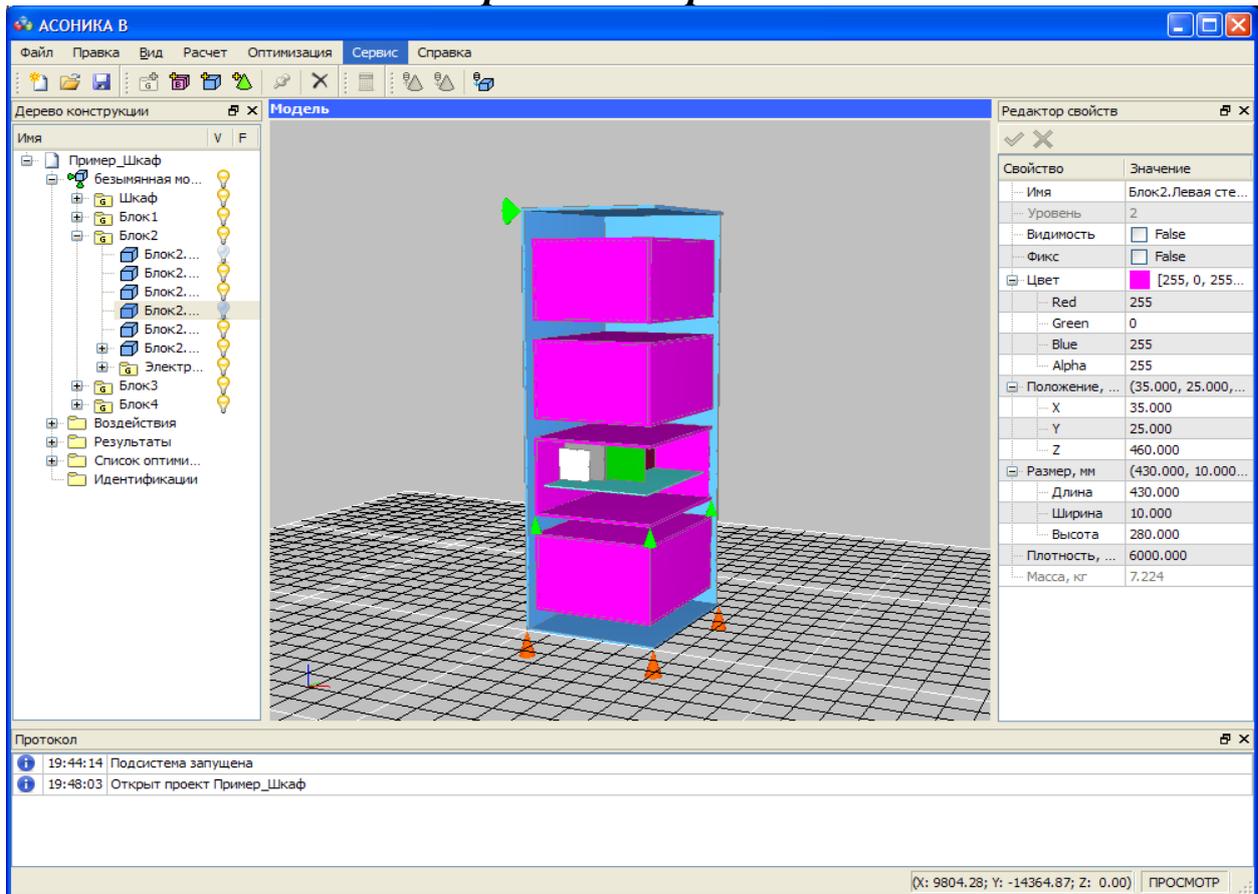
# Лаборатория механических испытаний ШКАФЫ произвольной конструкции:



## БЛОКИ произвольной конструкции:

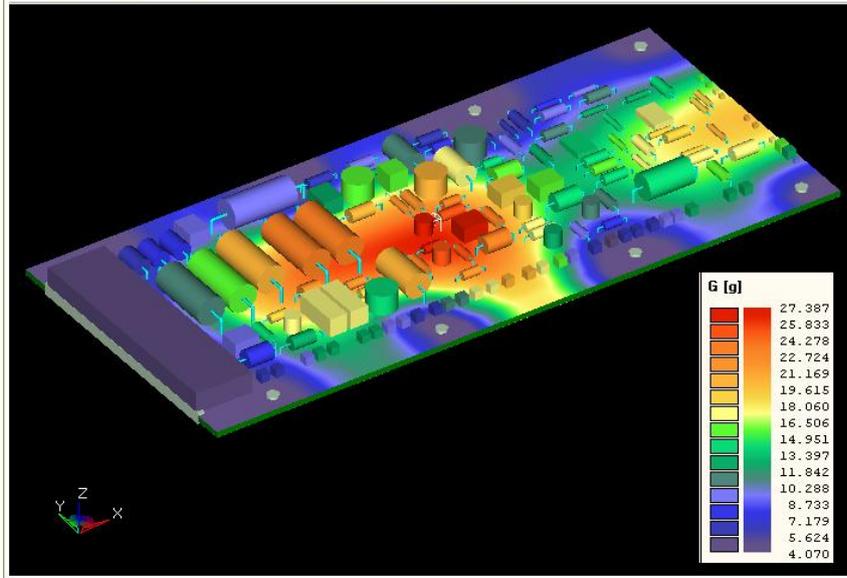


# ШКАФЫ И БЛОКИ на виброизоляторах:

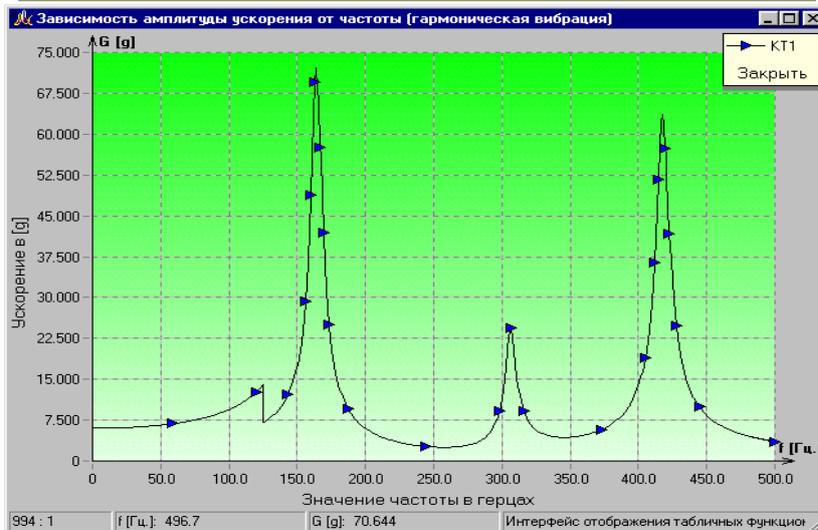
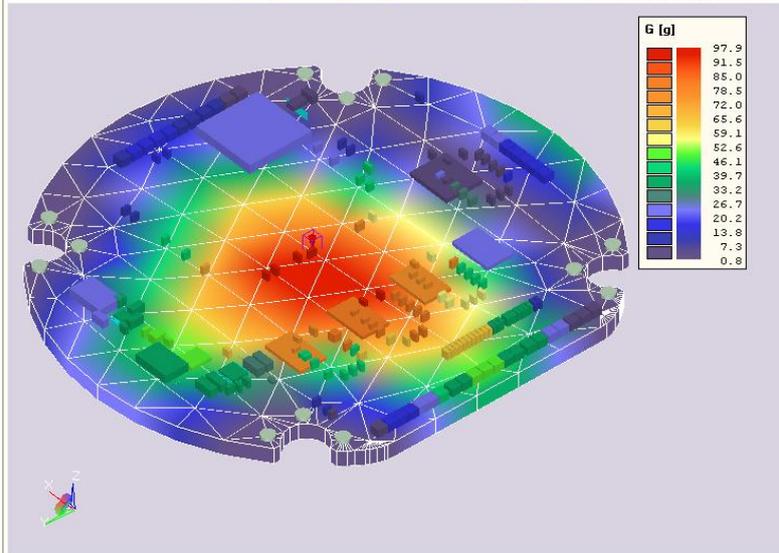


# ПЕЧАТНЫЕ УЗЛЫ различной формы и с вырезами:

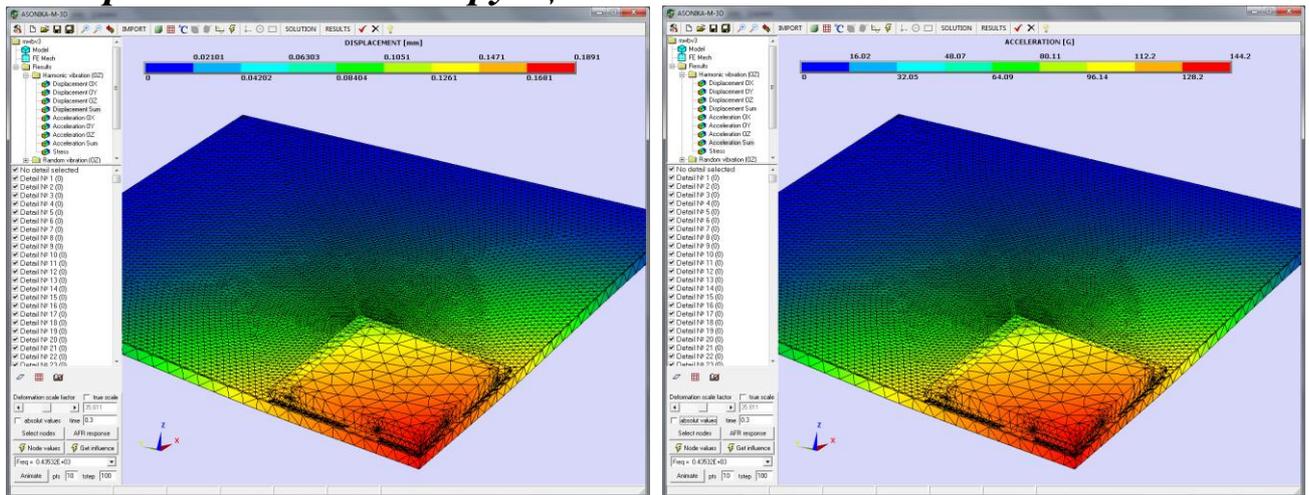
Ускорение корпуса ЭРИ и участков ПУ (Частота, [Гц] = 337.700)(первая сторона ПУ - 70 ... АСОНИКА



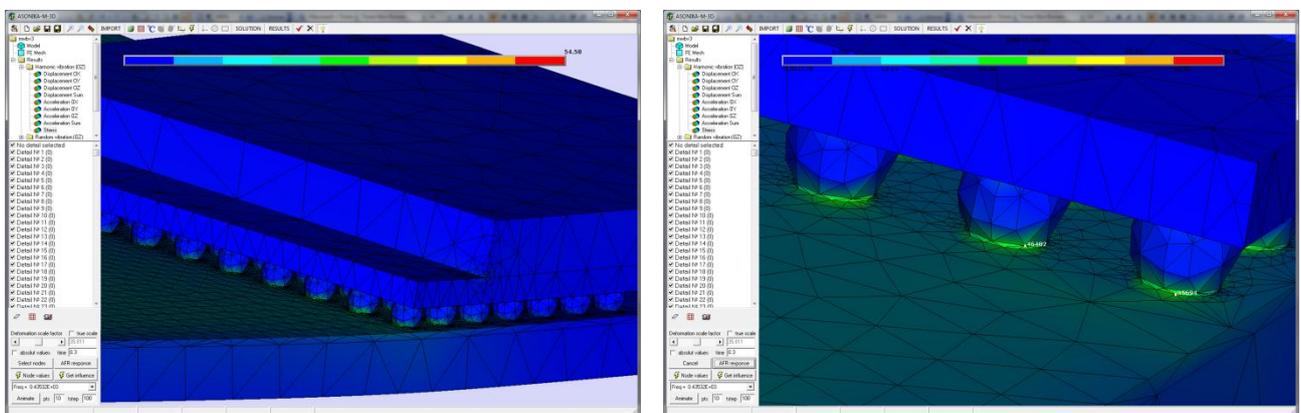
Acceleration of case of radio-frequency component and spots of printed circuit assembly (Freque ... АСОНИКА



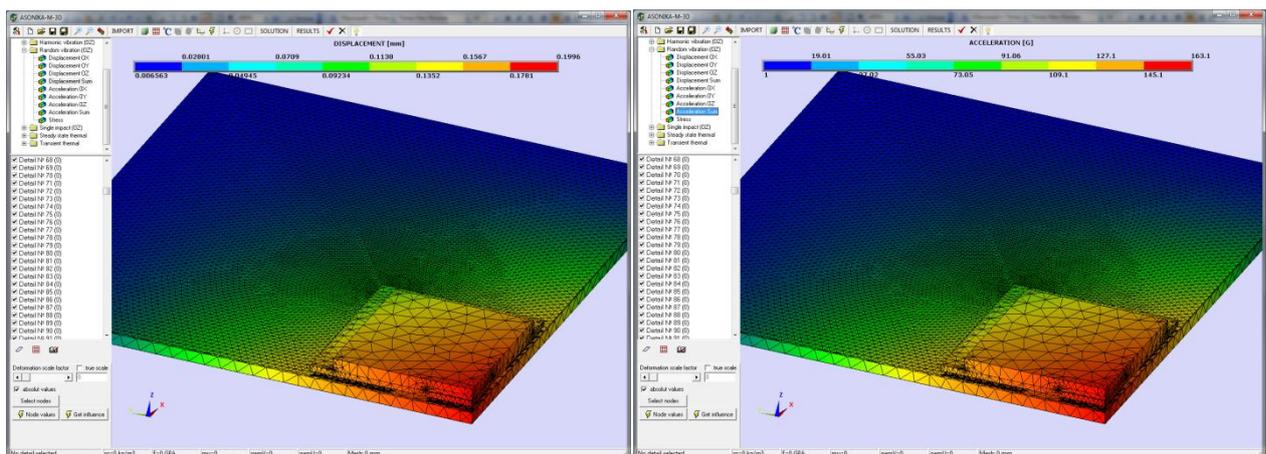
## ЭКБ произвольной конструкции:



Поле суммарных перемещений и ускорений при гармонической вибрации

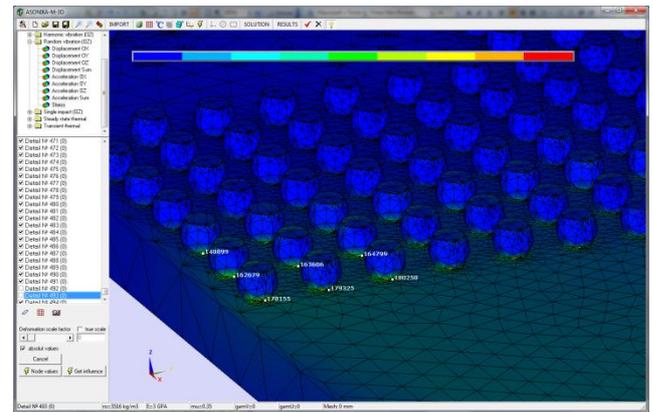
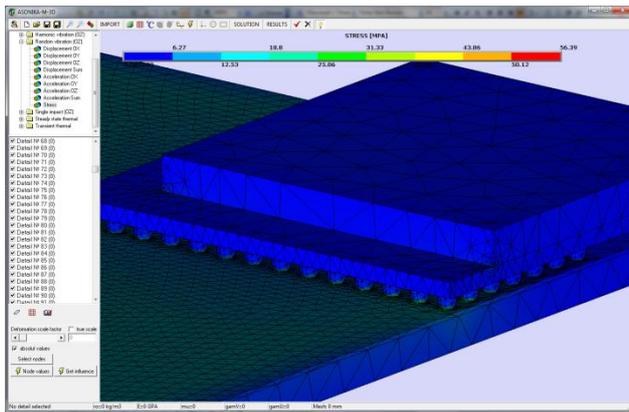


Поле механических напряжений при гармонической вибрации

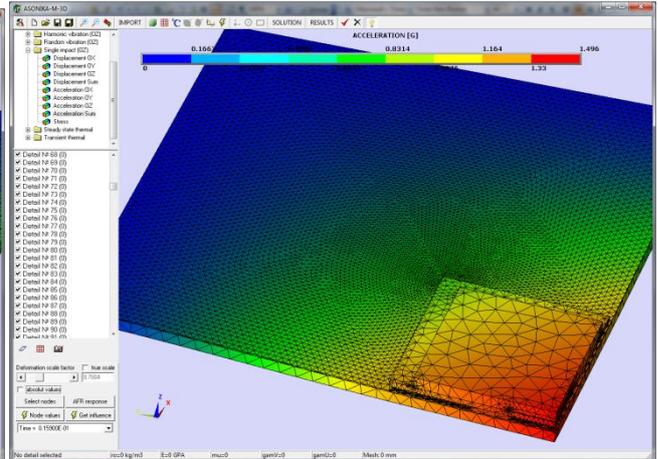
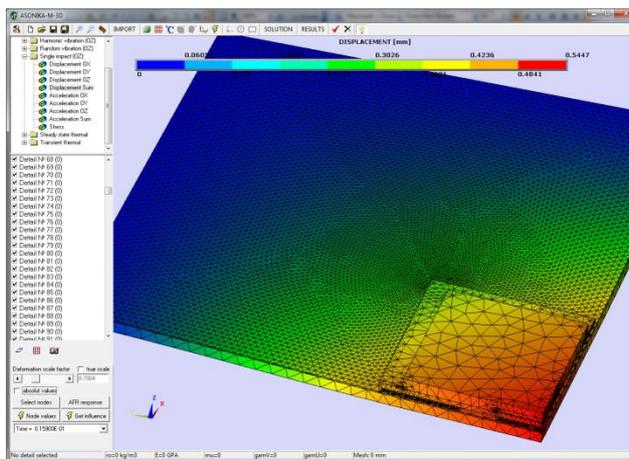


Поле суммарных перемещений и ускорений при случайной вибрации

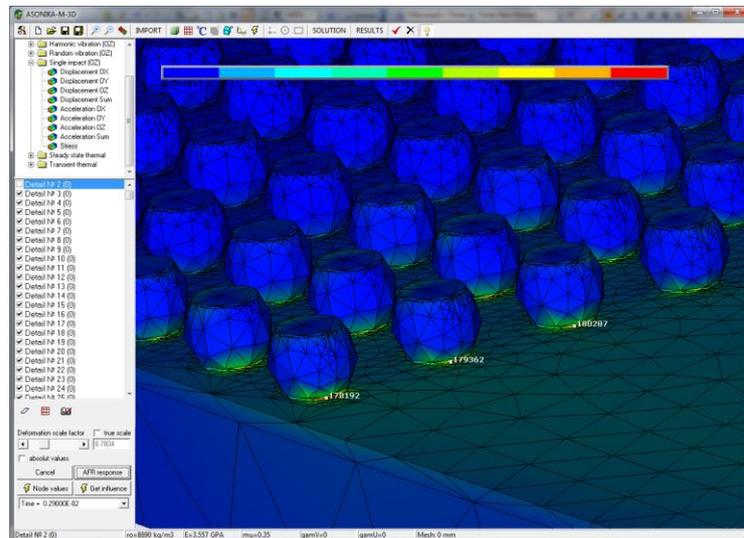




Поле напряжений при случайной вибрации



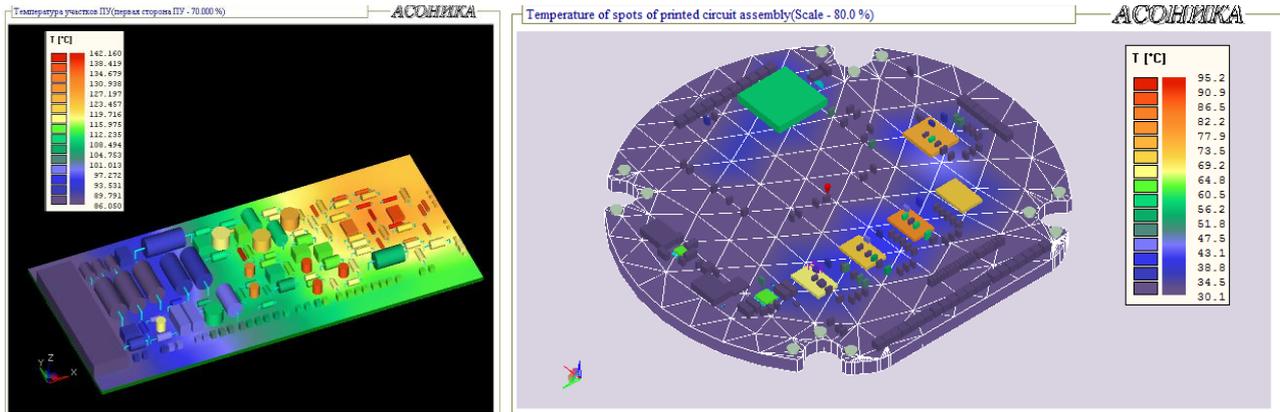
Поле суммарных перемещений и ускорений при одиночном ударе



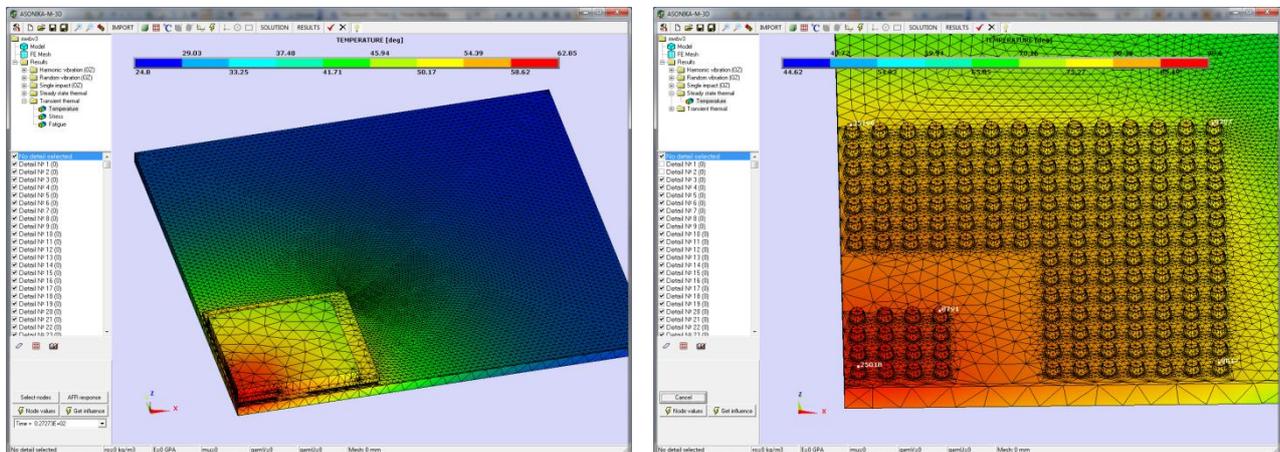
Поле напряжений при одиночном ударе



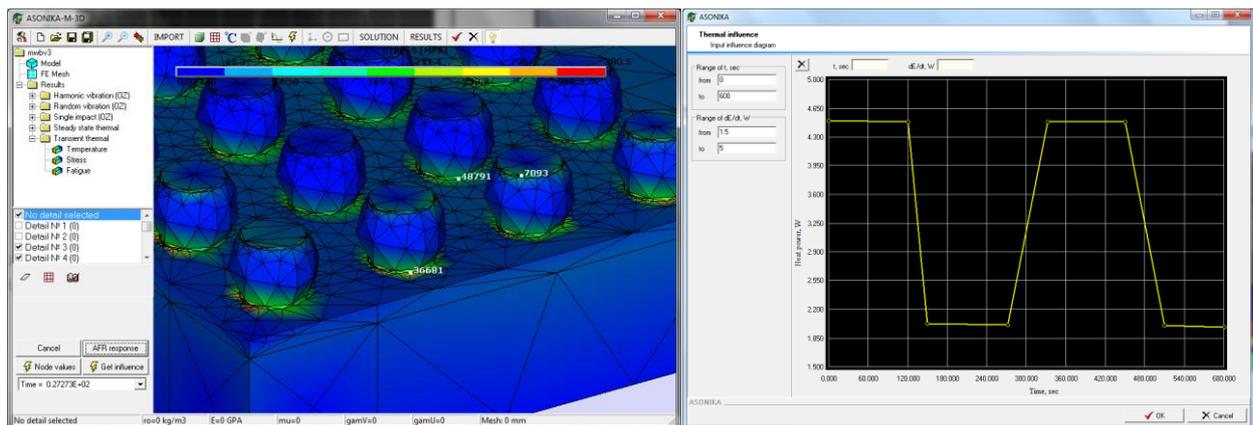
# Лаборатория тепловых испытаний



Поле температур в печатных узлах различной формы и с вырезами



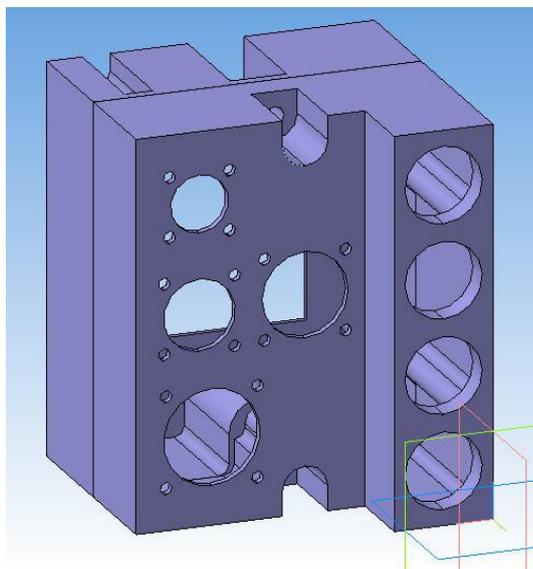
Поле температур в ЭКБ



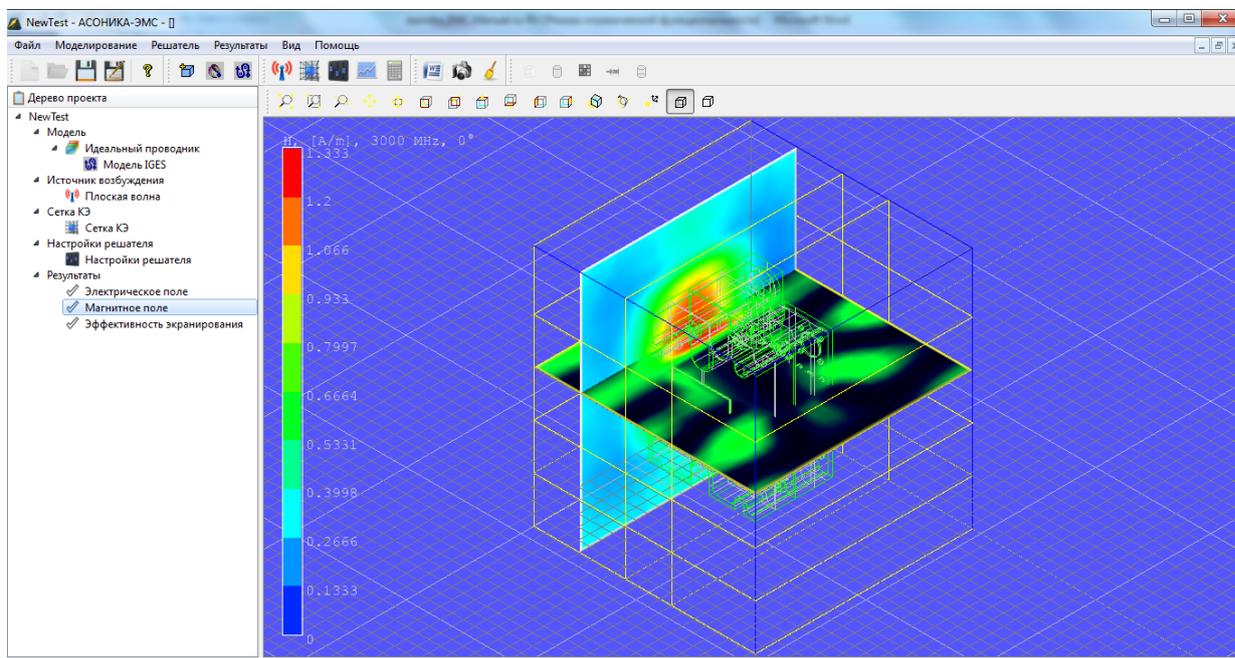
Поле термических напряжений в ЭКБ при циклическом изменении тепловой мощности



# Лаборатория электромагнитных испытаний

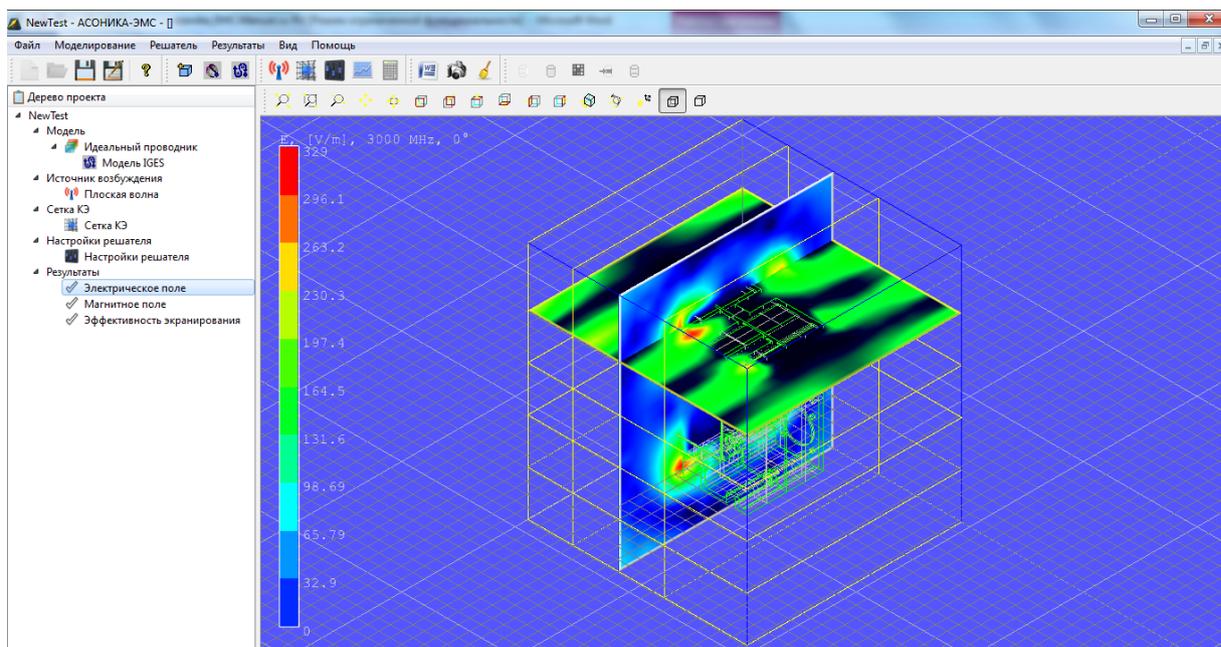


Исследуемый корпус

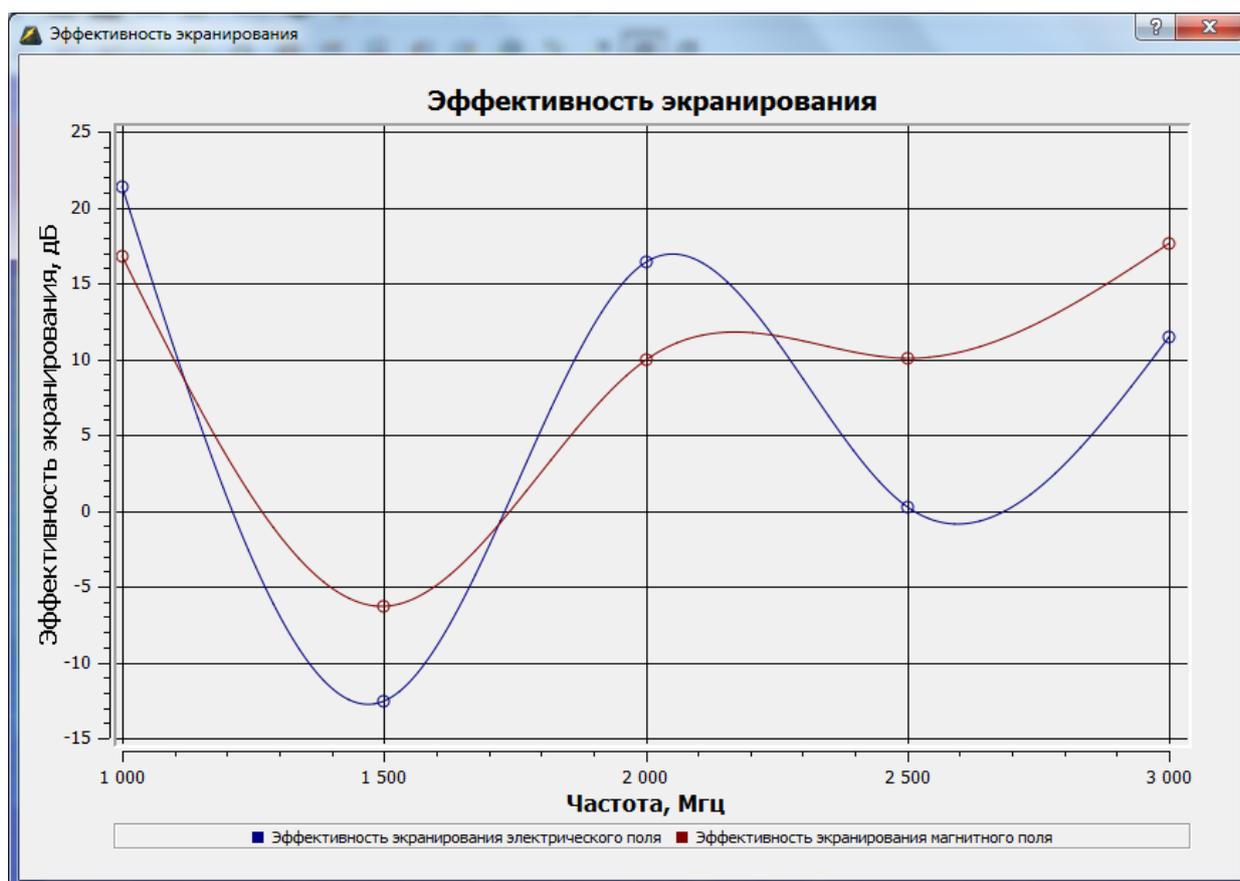


Напряженность магнитного поля





Напряженность электрического поля



Эффективность экранирования магнитного и электрического поля в диапазоне частот



# Лаборатория испытаний на надёжность (безотказность и усталостную долговечность)

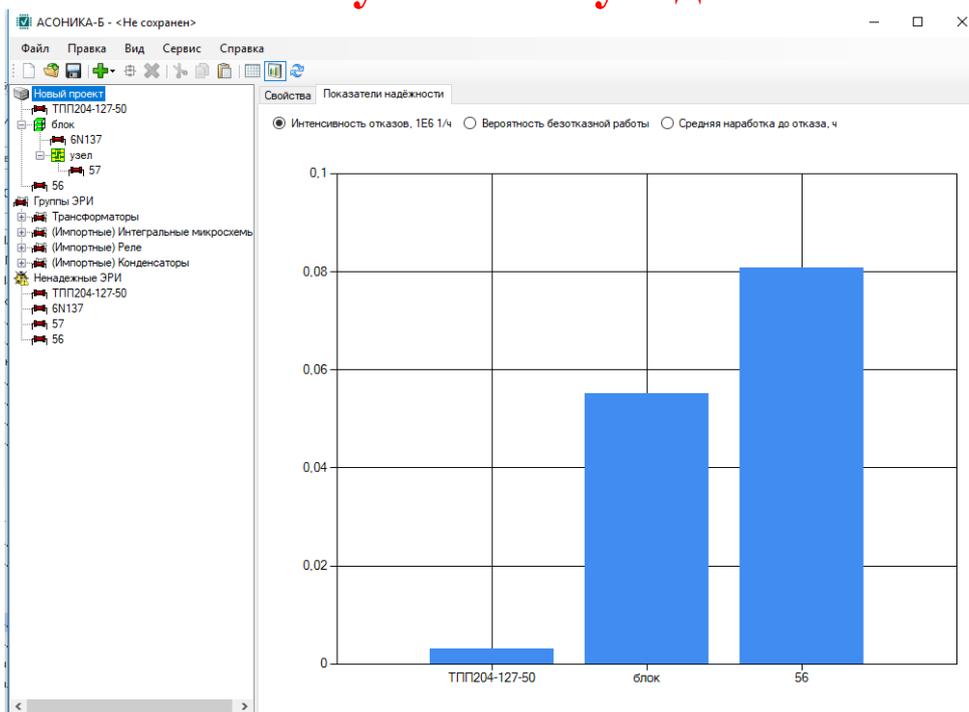
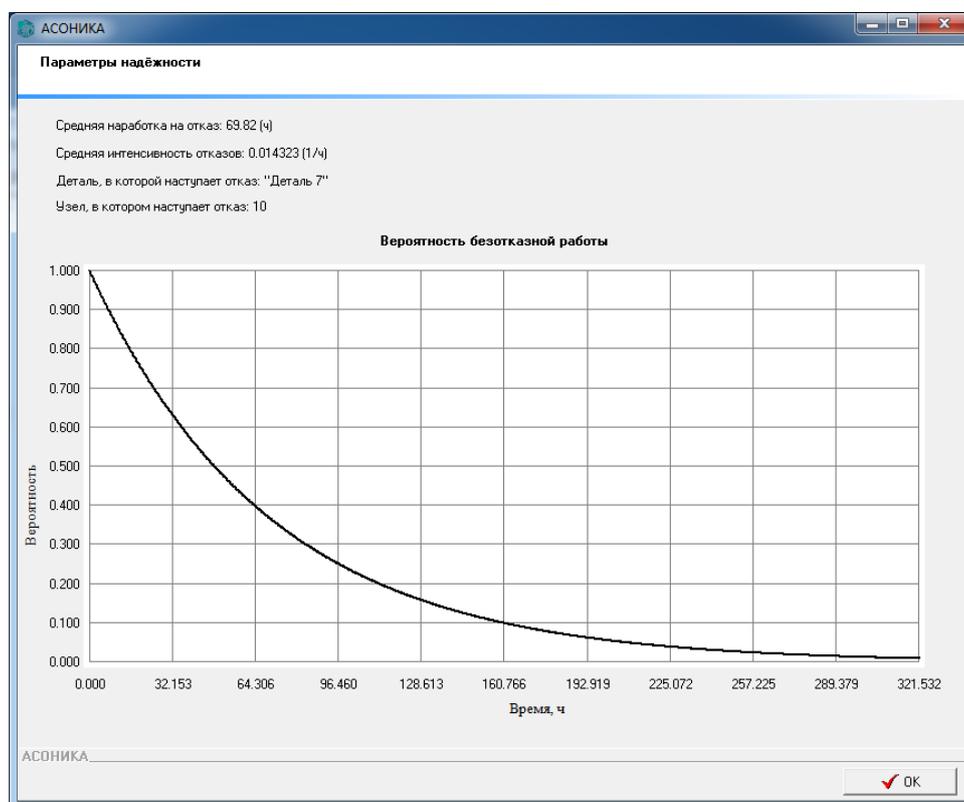
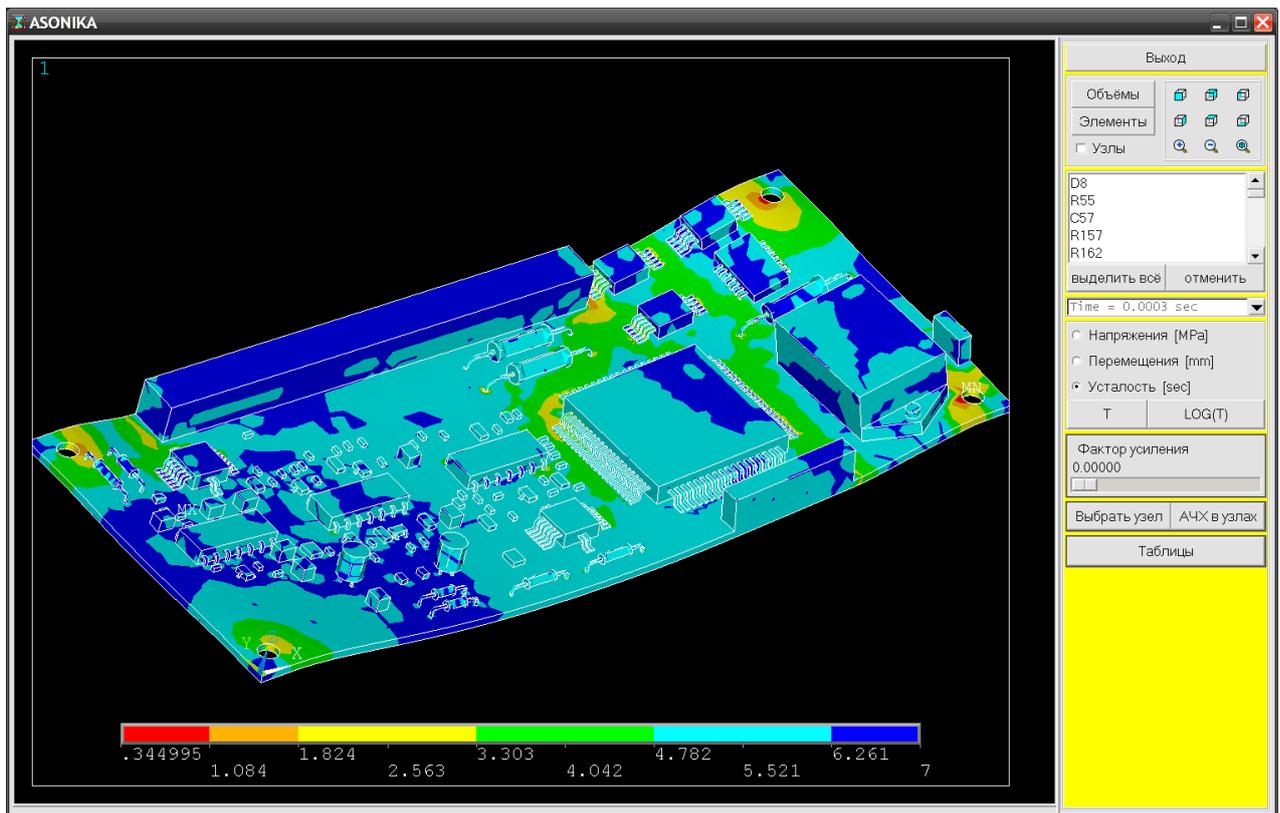


Диаграмма интенсивностей отказов ЭКБ

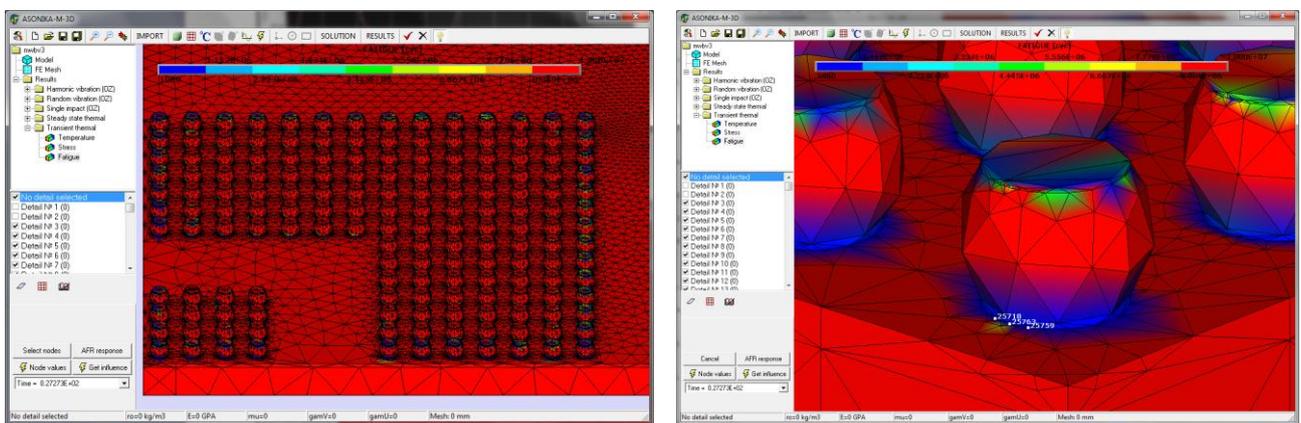


Показатели безотказности конструкции ЭА с учетом механических воздействий





Усталостная долговечность печатных узлов при механических воздействиях



Усталостная долговечность ЭКБ при циклическом изменении тепловой мощности



# Лаборатория создания карт рабочих режимов

| Карта оценки номенклатуры ЭРИ и сведений о соответствии условий их эксплуатации и показателей надежности требованиям НД |            |  |   |   | Форма 4   |          |          |          |
|---|------------|--|---|---|---|----------|----------|----------|
| Наименование ЭРИ  |            | 1986BE91T1, 4229.132-3, АЕЯР.431290.711 ТУ | 1645РТ2У, 5134.64-6, АЕЯР.431210.883 ТУ | 544УД18У3, Н04.16-1В, АЕ-ЯР431130.512ТУ     | 1486УД3Т1ВК АЕЯР.431130.784 ТУ                      |          |          |          |
| Позиционное обозначение   |            | DD1  | DD7, DD5, DD6, DD8                      | DA2, DA4, DA6, DA10, DA13, DA18, DA22, DA26 | DA7, DA1, DA3, DA5, DA11, DA8, DA9, DA19-DA21, DA25 |          |          |          |
| Количество шт.  |            | 1  | 4                                       | 8   | 11  |          |          |          |
| Наличие в перечнях  |            | при утверждении ТТЗ последних редакций     |   |   |   |          |          |          |
| Условия эксплуатации в аппаратуре   | 50-10000   | акустический шум                           | диапазон частот, Гц                     | 1   | 50-10000  | 50-10000 | 50-10000 | 50-10000 |
|   | 150        |  | звуковое давление, дБ                   | 2   | 170   | 170      | 170      | 170      |
|   | 10         |  | линейное ускорение, м/с <sup>2</sup>    | 3   | 500   | 500      | 500      | 500      |
|   | 2100       | давление окружающей среды, мм.рт.ст        | пониженное                              | 4   | 3000  | 3000     | 3000     | 3000     |
|   | 280000     |  |   | повышенное                                  | 5   | 294000   | 294000   | 294000   |
|   | -59        | предельная температура, °С                 | пониженное                              | 6   | -60   | -60      | -60      | -60      |
|   | +93        |  |   | повышенное                                  | 7   | +125     | +125     | +125     |
|   |            | Относительная влажность                    | %                                       | 8   | 98  | 98       | 98       | 98       |
|   |            |  |   | °С  | 9   | 35       | 35       | 35       |
|   | Роса, иней |  | 10                                      | +   | +   | +        | +        | +        |
| Примечание  |            | 11   |   |   |   |          |          |          |

Форма 4. Карта оценки номенклатуры ЭРИ и сведений о соответствии условий их эксплуатации и показателей надёжности требованиям НД

| Карта ЭРИ, примененных при механических воздействиях, соответствующих требованиям НД |                        |   |      |   | Форма 5 |
|--|------------------------|---|------|---|---------|
| Наименование ЭРИ   |                        | К10-79-16В-2400пФ=5%-МПЮ АЖЯР.673511.004 ТУ |      | К10-79-16В-2400пФ=5%-МПЮ АЖЯР.673511.004 ТУ |         |
| Позиционное обозначение  |                        | C1, C6, C30, C31, C36, C37                  |      | C2, C5                                      |         |
| Условия эксплуатации   |                        | в аппаратуре                                |      | по НД                                       |         |
| Вибрация   | ускорение, М.С.Е.-2(G) | 1   | 1.67 | 40  |         |
|  | диапазон частот, Гц    | 2   |      | 1.69  |         |
| Механический удар  | единичный              | ускорение, м/с <sup>2</sup>                 | 3    | 19.21                                       |         |
|  |                        | длительность, мс                            | 4    | 0.1-2                                       |         |
|  | многократный           | ускорение, м/с <sup>2</sup>                 | 5    | 13.34                                       |         |
|  |                        | длительность, мс                            | 6    | 1-5   |         |
| Отметка о согласовании   |                        | 7   |      |   |         |
| Примечание   |                        | 8   |      |   |         |

Форма 5. Карта ЭРИ, примененных при механических воздействиях, соответствующих требованиям НД

| Карта рабочих режимов цифровых функциональных узлов (модулей, микромодулей, микросхем) |  |   |           |              |  |         | Форма 65     |
|--|--|---|-----------|--------------|--|---------|--------------|
| Позиционное обозначение  |  | DD1                                       |           |              | DD7                                    |         |              |
| Наименование изделия   |  | 1986BE91T1, 4229.132-3, АЕЯР.431290.711ТУ |           |              | 1645РТ2У, 5134.64-6, АЕЯР.431210.883ТУ |         |              |
| Режим работы   |  | Номера выводов                            | по НД     | в схеме      | Номера выводов                         | по НД   | в схеме      |
| Цепи питания   | напряжение питания, В                                | 1   | 3-3.6     | 3.4          |  | 3-3.6   | 3.5          |
|  | порядок подачи напряжения питания и входных сигналов | 2   |           |              |  |         |              |
| Входные цепи   | напряжение низкого уровня, В                         | 3   | 0.5-0.8   | 0.7          |  | 0.5-0.8 | 0.6          |
|  | напряжение высокого уровня, В                        | 4   | 1-3       | 2.2          |  | 1-3     | 2            |
|  | длительность импульса, нс                            | 5   | 10000     | 12000        |  | 10000   | 11000        |
|  | время перехода при включении, нс                     | 6   | 800       | 600          |  | 100     | 80           |
|  | время перехода при выключении, нс                    | 7   | 800       | 600          |  | 30      | 20           |
|  | частота, МГц   | 8   | 80        | 70           |  |         |              |
|  | время t1, нс   | 9   | 20        | 10           |  | 100     | 80           |
|  | время t2, нс   | 10  | 20        | 10           |  | 30      | 20           |
| Выходные цепи  | выходной ток низкого уровня, мА                      | 11  | 0.30-0.32 | 0.31         |  | 3-5     | 4            |
|  | выходной ток высокого уровня, мА                     | 12  | 0.05-0.1  | 0.06         |  | -4--2   | -3           |
|  | емкость нагрузки, пФ                                 | 13  | 50        | 40           |  | 30      | 20           |
| Мощность рассеивания, мВт  |  | 14  | 5000      | 3000         |  | 3000    | 1000         |
| Температура окружающей среды (корпуса), °С   |  | 15  | 125       | 91.59        |  | 125     | 93.84        |
| Коэффициент нагрузки   |  | 16  | 0.7       | 6.00E-01(17) |  | 0.7     | 3.33E-01(17) |
|  |  | 17  |           |              |  |         |              |

Форма 65. Карта рабочих режимов цифровых функциональных узлов (модулей, микромодулей, микросхем)



**В настоящее время Центром разрабатываются следующие стандарты в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА:**

1. Технология математического моделирования и виртуализации испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействующие факторы на всех этапах жизненного цикла.

2. Методы математического моделирования и виртуализации испытаний ЭКБ и ЭА на механические воздействия при проектировании.

3. Методы математического моделирования и виртуализации испытаний ЭКБ и ЭА на тепловые воздействия при проектировании.

4. Методы математического моделирования и виртуализации испытаний ЭКБ и ЭА на электромагнитные воздействия при проектировании.

5. Методы создания карт рабочих режимов ЭКБ на основе математического моделирования и виртуализации испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействующие факторы при проектировании.

6. Методы построения баз данных ЭКБ и конструкционных материалов для математического моделирования и виртуализации испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействующие факторы на всех этапах жизненного цикла.

7. Методы математического моделирования показателей надёжности и виртуализации испытаний на надёжность ЭКБ и ЭА при проектировании.

**Виртуальные испытания ни в коем случае не исключают натуральных испытаний. Напротив, они взаимно дополняют друг друга.**

**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 по доработке ЭКБ и ЭА по результатам натуральных испытаний;

- обеспечить значительную экономию денежных средств и сокращение сроков создания ЭКБ и ЭА при одновременном повышении качества и надёжности за счет сокращения количества испытаний.

**Назначение натуральных испытаний:**

- провести анализ стойкости опытных образцов ЭКБ и ЭА к внешним воздействующим факторам;

- получить для ЭКБ и ЭА допустимые значения ускорений, температур и других характеристик;

- провести идентификацию параметров моделей ЭКБ и ЭА, используемых при виртуальных испытаниях.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2012617220

Автоматизированная система обеспечения  
надежности и качества аппаратуры АСОНИКА

Правообладатель(ли): *Общество с ограниченной ответственностью  
«Научно-исследовательский институт «АСОНИКА» (RU)*

Автор(ы): *Шалумов Александр Славович (RU)*

Заявка № 2012613403

Дата поступления 14 июня 2012 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ  
10 августа 2012 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



**«Утверждаю»**  
Начальник ФГУ «22 ЦНИИИ  
Минобороны России»  
 А. Борисов  
«    »    2009

## РЕШЕНИЕ

по аттестации и вводу Системы автоматизированного выпуска карт рабочих режимов ЭРИ (САВ КРР) «АСОНИКА» в эксплуатацию

Система автоматизированного выпуска карт рабочих режимов электрорадиоизделий «АСОНИКА» (АСОНИКА-Р, АСОНИКА-БД, АСОНИКА-УМ,  
(наименование системы и предприятия - разработчика системы)

АСОНИКА-Б, АСОНИКА-ТМ, АСОНИКА-Т, АСОНИКА-В, АСОНИКА-М разработанная ООО "НИИ "АСОНИКА" соответствует требованиям РДВ 319.01.09-94 (ред. 2-2000) и пригодна для проведения автоматизированного контроля правильности применения ЭРИ при разработке аппаратуры в интересах Минобороны России.

Председатель комиссии

От ФГУ «22ЦНИИИ Минобороны России» \_\_\_\_\_ (С. Прытков)

члены комиссии:

от ФГУ «22 ЦНИИИ Минобороны России» \_\_\_\_\_ (Н. Одинцов)

от ОАО «НПП «Волна» \_\_\_\_\_ (Н. Малютин)



**РДВ 319.01.05-94, ред.2-2000**

**РДВ 319.02.49 -2003**

**МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Технический комитет по военной стандартизации № 319  
«Надёжность и стойкость ЭРИ и РЭА военного назначения»**

**КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

**АППАРАТУРА, ПРИБОРЫ,  
УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ  
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Принципы применения математического моделирования  
при проектировании**

Рекомендации и методы, приведенные в настоящем РДВ, должны использоваться специалистами научно-исследовательских учреждений Минобороны России и военных представительств **при военно-технической экспертизе по надежности и стойкости РЭС в процессе их разработки (модернизации)**, выполняемой в соответствии с Положением ПВ 319.01.51-99. Они могут использоваться также разработчиками РЭС в процессе проектирования с целью выбора и предварительной оценки эффективности конструкторских решений в части обеспечения требований стойкости к воздействию механических факторов, а также с целью оптимизации программ испытаний опытных и серийных образцов РЭС.

**4.7. В качестве основного программного средства, позволяющего проводить оценку стойкости типовых конструкций РЭС к воздействию механических факторов, в настоящем РДВ используется проблемно-ориентированная автоматизированная система комплексного анализа конструкций РЭС на тепловые и сложные механические воздействия АСОНИКА.**

