

Министерство образования и науки РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА УСТРОЙСТВ СРЕДСТВ СВЯЗИ»

Составитель
Д.П. АНДРИАНОВ

Владимир 2011

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.1
М54

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования
и технологии радиоэлектронных средств
Владимирского государственного университета
А.А. Варакин

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства устройств средств связи» / Владим. гос. ун-т ; сост. Д. П. Андрианов. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 24 с.

Составлены в соответствии с программой курса «Конструкторско-технологическое обеспечение производства устройств средств связи» в части, касающейся вопросов конструирования узлов и элементов средств связи. Содержат краткие теоретические сведения, примеры реализации процедур, задания по рассматриваемым темам.

Предназначены для студентов 4-го курса дневной формы обучения специальности 210402 – средства связи с подвижными объектами направления 21.04.00 – телекоммуникации.

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 24. Библиогр.: 2 назв.

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.1

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства устройств средств связи» содержат краткие теоретические сведения, вопросы и задачи по изучаемой дисциплине. Основное внимание уделено освоению системы автоматизированного проектирования SolidWorks в приложении к расчету механических характеристик объектов методами численного моделирования.

В данном издании рассматриваются вопросы, связанные с конструкторской проработкой устройств. На примере рассмотрения элементов конструкции сотовых телефонов излагаются методика моделирования статических и ударных нагрузок и определение частот собственных колебаний.

Практические занятия охватывают пять тем:

- построение трехмерных моделей;
- основы теории конечных элементов;
- моделирование статического механического нагружения печатных плат от клавиатуры сотового телефона,
- моделирование ударных механических нагрузок при падении сотового телефона,
- определение частот собственных колебаний печатных плат.

Изложенный материал не является полным описанием объектов SolidWorks, элементы интерфейса системы проектирования представлены в приложении к рассматриваемым задачам.

При подготовке издания рассматривались версии SolidWorks 2007 Education Edition, представляемой фирмой SolidWorks Russia для некоммерческого использования в учебном процессе по программе SWR Академии.

Тема 1. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ SOLIDWORKS

Цель – изучение общих принципов построения трехмерных моделей деталей и сборок на примере сотового телефона в системе автоматизированного проектирования SolidWorks.

Типовая конструкция сотового телефона

Сотовый телефон является сложнейшим радиоэлектронным устройством, в котором нашли свое воплощение передовые технологии и конструкторские решения. Широкое распространение получили телефоны фирм LG, NOKIA, PANASONIC, SAMSUNG, SIEMENS и др.

Конструкция сотового телефона рассматривается на примере разработки фирмы «SAMSUNG» (рис 1.1).



Рис. 1.1. Сотовый телефон фирмы «SAMSUNG»

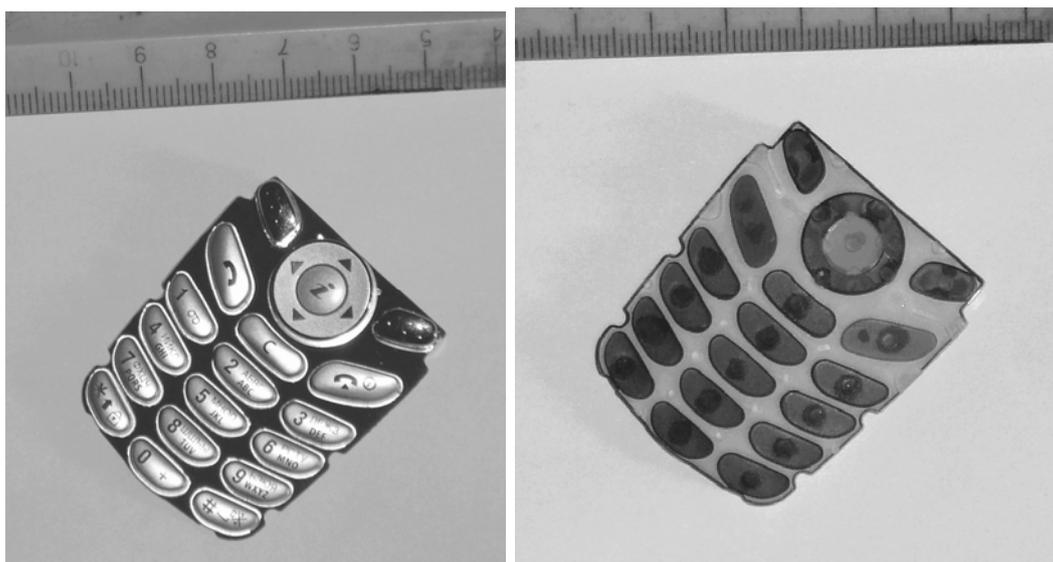
Сотовый телефон можно представить как сборку, включающую в себя узлы:

- печатную плату со смонтированным на ней дисплеем и установленными радиоэлементами (рис. 1.2);

- клавиатуру (рис. 1.3);
- переднюю панель (рис. 1.4);
- корпус;
- аккумулятор.



Рис. 1.2. Печатная плата сотового телефона со стороны дисплея



а)

б)

Рис. 1.3. Клавиатура сотового телефона: *а* – вид спереди; *б* – вид сзади

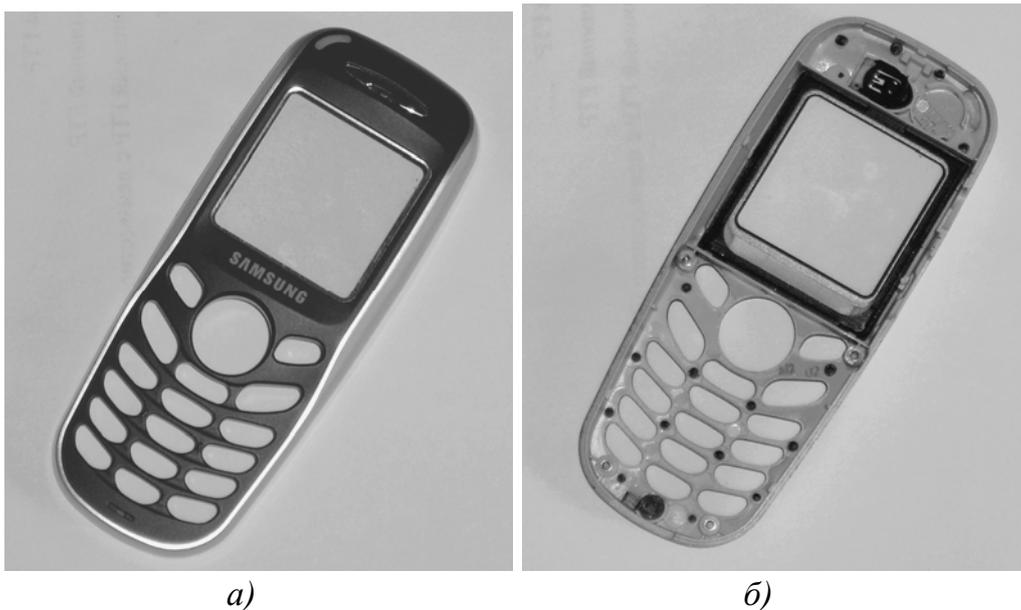


Рис. 1.4. Передняя панель сотового телефона: а – вид спереди; б – вид сзади

Построение трехмерных моделей в САПР SolidWorks

Конструктивное исполнение элементов устройства рассматривается с позиций прочностного анализа, при этом для освоения методики достаточно ограничиться получением объемных моделей клавиатуры, печатной платы и передней панели.

Исходными данными для решения задач прочностного анализа является непротиворечивая объемная модель устройства.

Применительно к получению трехмерной модели печатной платы как детали в системе проектирования SolidWorks действия разработчика осуществляются в следующей последовательности:

- 1 – начать новый документ (запустить процедуру «деталь»);
- 2 – выбрать начальную (основную) плоскость для построения эскиза;
- 3 – прорисовать профиль печатной платы на выбранной плоскости;
- 4 – «оразмерить» полученный профиль (процедура «автоматическое нанесение размеров»);
- 5 – вытянуть деталь, придать ей объемность с простановкой соответствующего размера (процедуры «выход из эскиза», «вытянуть бобышку» и «автоматическое нанесение размеров»);
- 6 – выбрать материал печатной платы;
- 7 – сохранить проект.

Примеры и задачи

1. Разработать объемную модель клавиатуры (сборки) сотового телефона, представленной на рис. 1.3.

2. Разработать объемную модель передней панели (сборки) сотового телефона, представленной на рис. 1.4.

3. Разработать объемную модель печатной платы (деталь) сотового телефона, представленной на рис. 1.5.

4. Разработать объемную модель сборки печатной платы и клавиатуры (с учетом решения задач 1 и 2 данной темы). Разрабатываемая сборка необходима для определения контактных площадок кнопок с печатной платой.

5. В объемной модели печатной платы (задача 3) изменить количество крепежных отверстий или координаты их расположения.

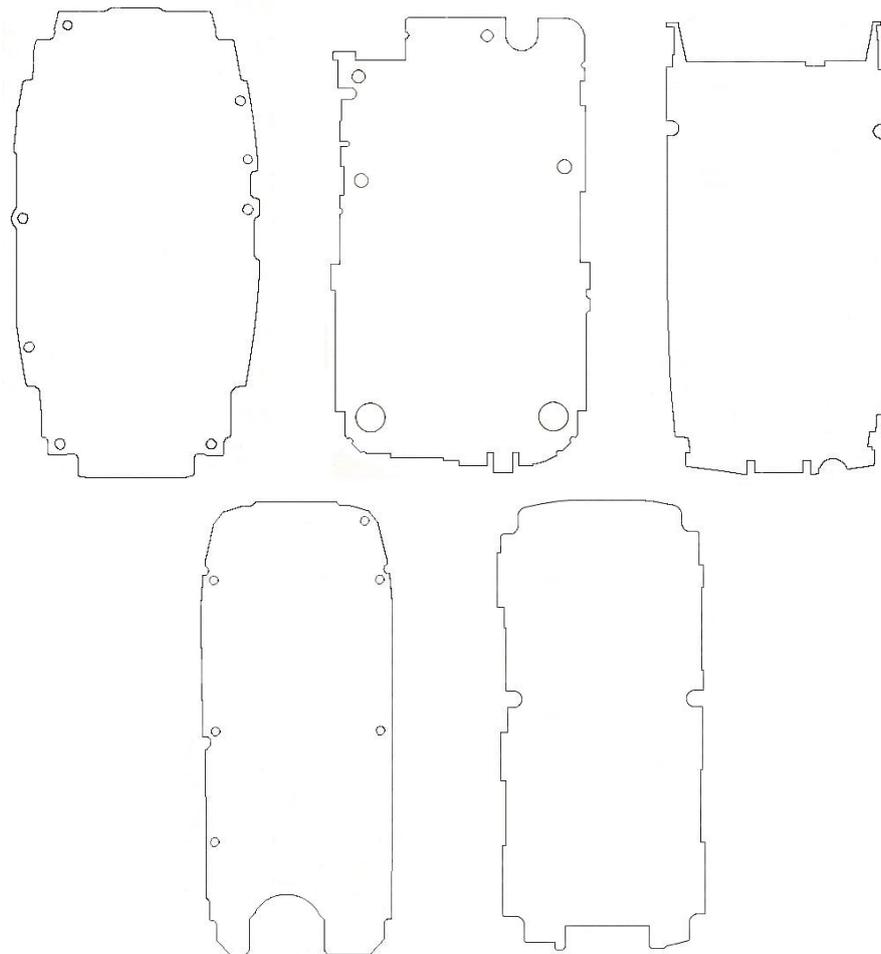


Рис. 1.5. Примеры исполнения печатных плат сотовых телефонов

Контрольные вопросы

1. Как в SolidWorks перейти от плоского эскиза к объемной модели?
2. Какие функции поворота изображения существуют в интерфейсе SolidWorks и как они управляются?
3. Опишите последовательность действий при редактировании величины размера на плоском эскизе.
4. Каким образом SolidWorks дает возможность отобразить набор одинаковых элементов конструкции?
5. Каким образом в SolidWorks можно отобразить оси симметрии?
6. Как в SolidWorks применить операцию вытяжки отверстия?

Тема 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Цель – изучение особенностей реализации методов решения физико-математических задач в конечно-элементном пакете CosmosWorks.

Теоретические основы

Современный математический аппарат позволяет рассматривать сложные объекты как системы с распределенными параметрами, описываемыми дифференциальными уравнениями в частных производных.

Описываемая область или объект разбивается на ряд подобластей, топологически связанных между собой, причем внутри подобластей учитываемые характеристики аппроксимируются простыми («удобными») функциями.

Первоначально математиками был разработан метод конечных разностей, основанный на наложении прямоугольной сетки на описываемый объект. В дальнейшем получили широкое распространение метод конечных элементов и его модификации: методы граничных и объемных элементов.

Объект как система с распределенными параметрами описывается дифференциальными уравнениями в частных производных, которые дискретизируются в зависимости от мерности объекта, при этом возможны одномерное (однокоординатное), двумерное (плоское) или трехмерное (объемное) представление объекта. Обоснованность способа дискретизации определяется физическими особенностями объекта, целью, преследуемой разработчиком, и принятыми допущениями.

Как правило, для дискретизации объекта на элементарные подобласти используются в случае плоской постановки задачи треугольники, а для объемного тела – тетраэдры с гранями, аппроксимируемыми линейными или параболическими функциями координат.

Для каждого конечного элемента вычисляется матрица связей между узлами, описывающими конечный элемент. Составляется система алгебраических уравнений, описывающих объект в целом, при этом учитываются граничные условия (состояние узлов по краям области дискретизации) и начальные условия.

Реализация вышеописанного подхода в конечно-элементном пакете CosmosWorks позволила максимально упростить для разработчика задачу дискретизации объекта. При наличии непротиворечивой объемной модели объекта дискретизация (построение сетки конечных элементов) проводится автоматически после вызова соответствующей процедуры.

На рис. 2.1 представлена объемная модель печатной платы как сборки с четырьмя элементами, а на рис. 2.2 – разбиение объемной модели на конечные элементы.

Для печатной платы исходными данными при решении задач конечно-элементного анализа будут:

- материал;
- толщина;
- омеренный контур;
- условия закрепления печатной платы в корпусе;
- система отверстий или выемок для закрепления печатной платы в корпусе;
- размеры, связанные с элементами крепления печатной платы.

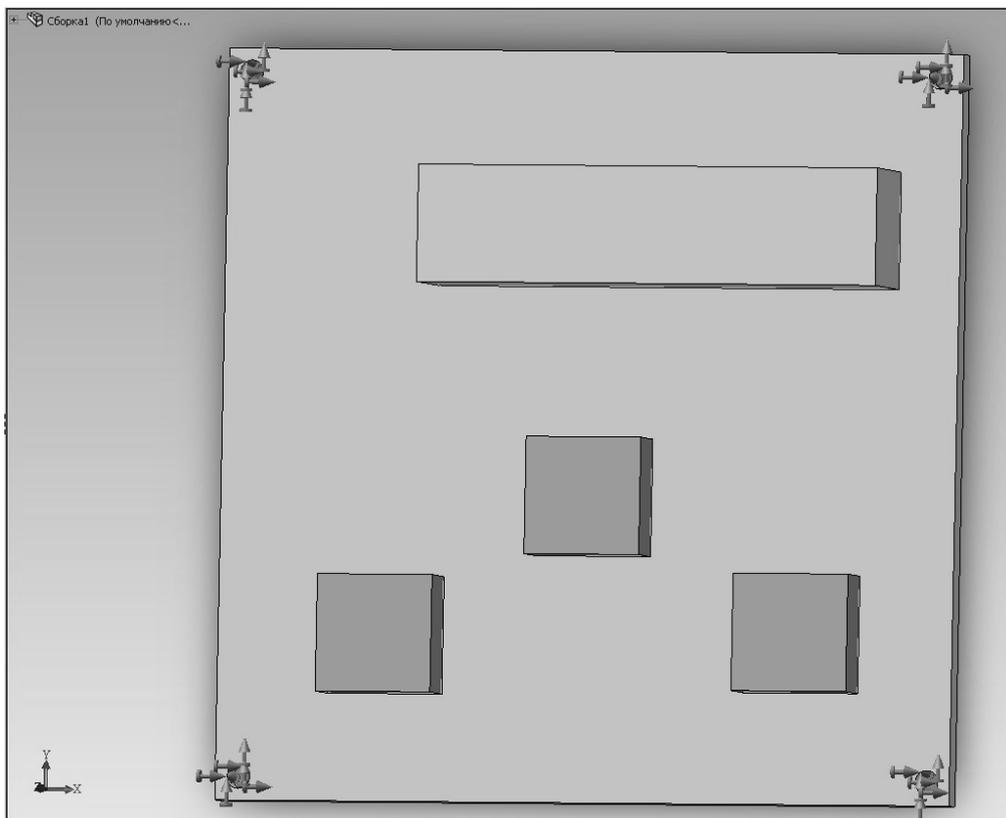


Рис. 2.1. Объемная модель печатной платы с четырьмя элементами

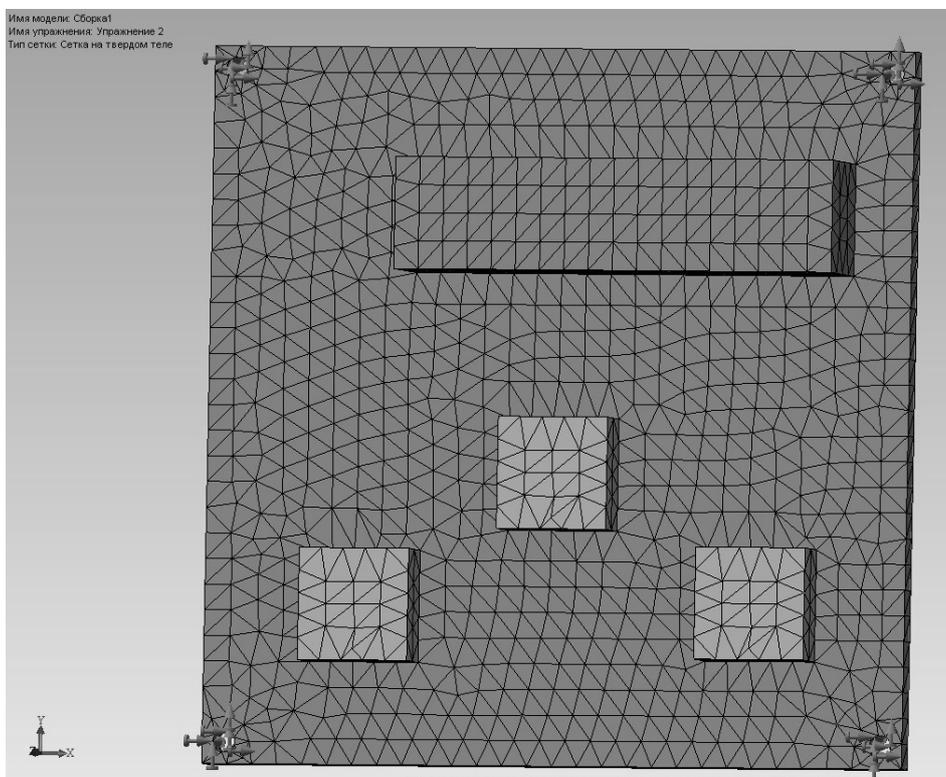


Рис. 2.2. Разбиение объемной модели на конечные элементы

Примеры и задачи

1. Для выбранного профиля печатной платы (см. рис. 1.5) получите картину распределения конечных элементов.

2. Измените настроечный параметр сетки конечных элементов (рис. 2.3) в сторону увеличения или в сторону уменьшения. Зафиксируйте, к каким изменениям расчетной модели привели вышеприведенные действия.

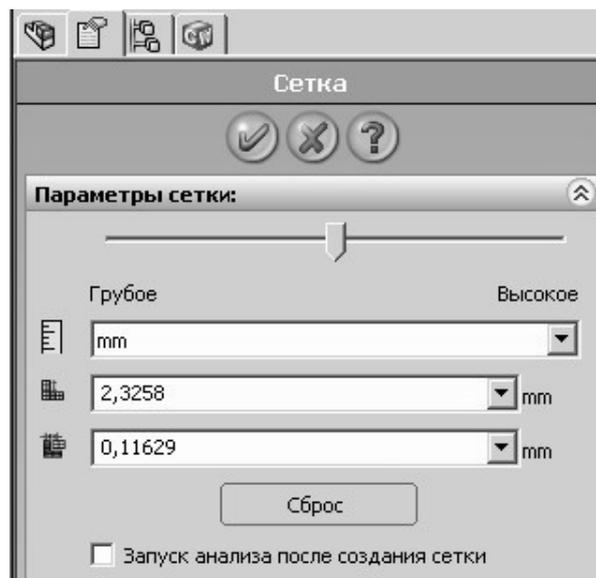


Рис. 2.3. Настройка параметров сетки конечных элементов

Контрольные вопросы

1. Сравнить аппроксимации криволинейных поверхностей методами конечных разностей и конечных элементов.

2. В чем заключается сущность метода итераций при решении систем алгебраических уравнений?

3. В чем заключается сущность метода Гаусса при решении систем алгебраических уравнений?

4. Каким образом можно изменять точность расчетов в Cosmos Works?

5. Каким образом учитываются граничные условия в методе конечных элементов?

Тема 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ОТ КЛАВИАТУРЫ СОВОГО ТЕЛЕФОНА

Цель – получение навыков решения задач прочностного анализа средствами САПР применительно к статическим условиям нагружения.

Особенности интерфейса CosmosWorks

Вызов процедур пакета CosmosWorks реализован в основном меню пакета SolidWorks (рис. 3.1).

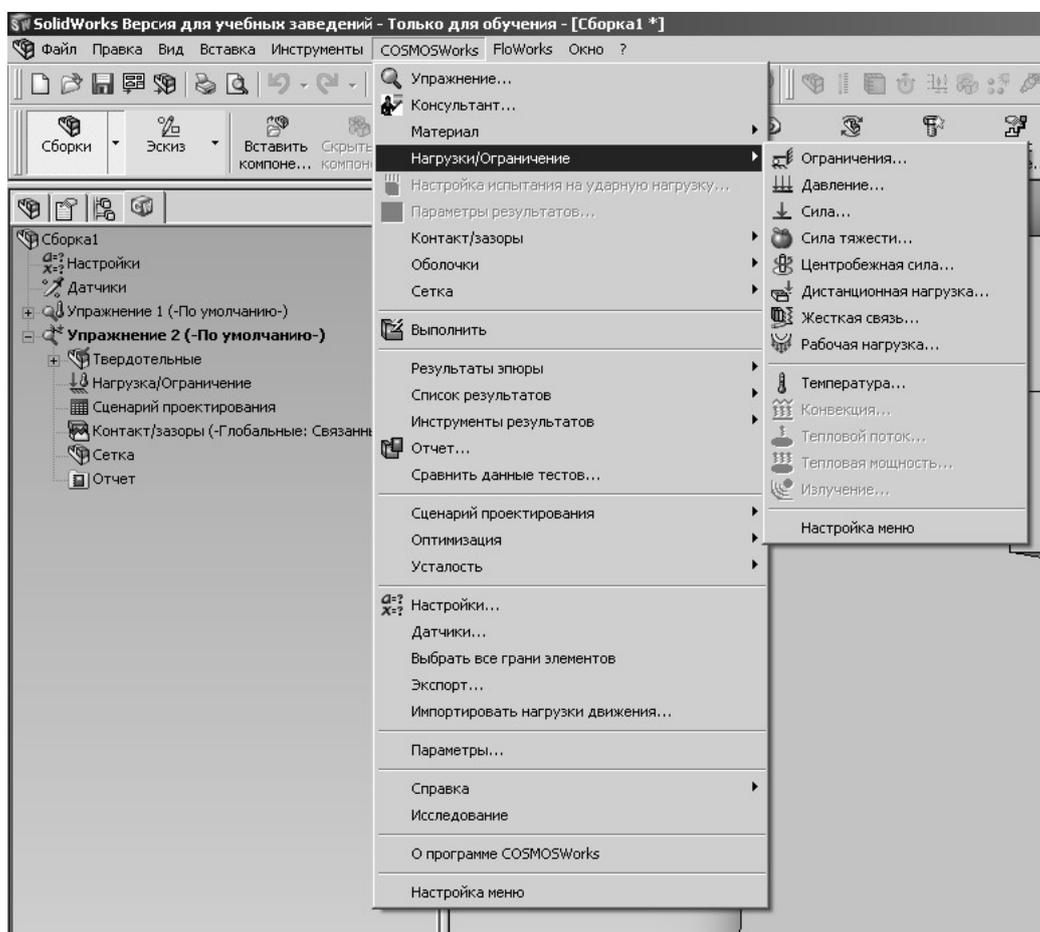


Рис. 3.1. Реализация вызова процедур пакета CosmosWorks

Первоначально следует сформировать упражнение (сформулировать расчетную задачу, рис. 3.2). Задаче с учетом статического нагружения соответствует кнопка меню с надписью «Static».

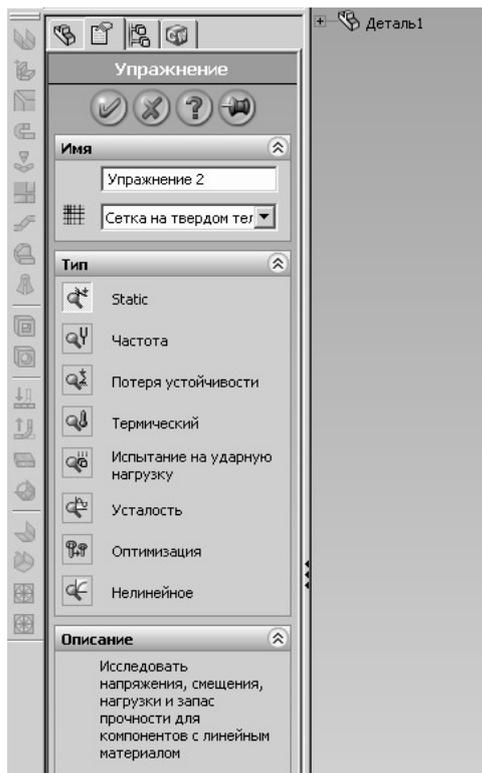


Рис. 3.2. Формирование упражнения в CosmosWorks

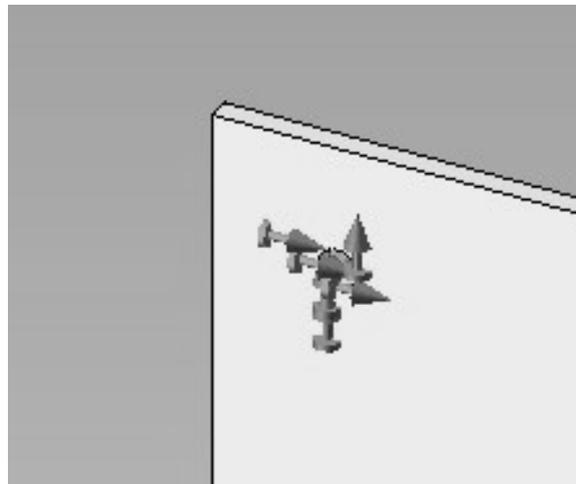


Рис. 3.3. Использование крепежного отверстия печатной платы в качестве жесткой опоры

Далее следует сформировать объемную модель рассчитываемой платы (см. рис. 2.1) и наложить на нее ограничения, соответствующие граничным условиям (см. рис. 3.3). В качестве примера приведен вариант использования крепежного отверстия печатной платы как жесткой опоры.

Формирование массива жестких опор представлено на рис. 3.4.

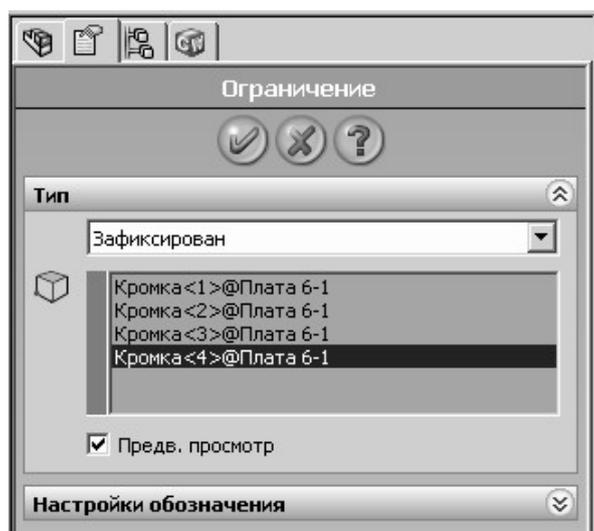


Рис. 3.4. Формирование массива жестких опор для печатной платы

Формирование условий статического нагружения печатной платы вызывается кнопкой основного меню «нагрузки/ограничения», при этом на объемной модели объекта отмечаются зоны нагружения (рис. 3.5) и для каждой выделенной зоны заполняются величины нагрузок (рис. 3.6).

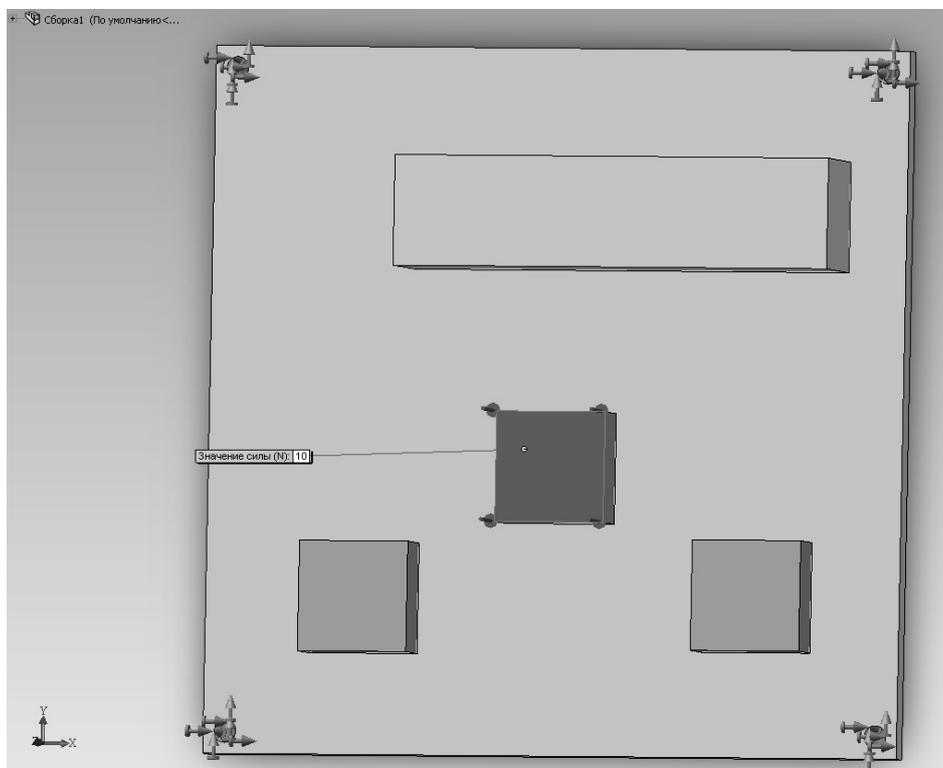


Рис. 3.5. Задание поверхностей под нагрузки на объемной модели

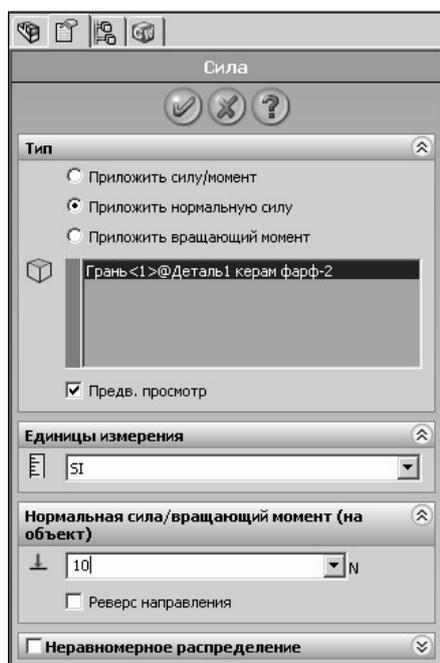


Рис. 3.6. Задание величин нагрузок на выбранных поверхностях

В качестве конечного результата расчета может быть выбрано построение эпюр напряжений или эпюр деформаций (рис. 3.7).

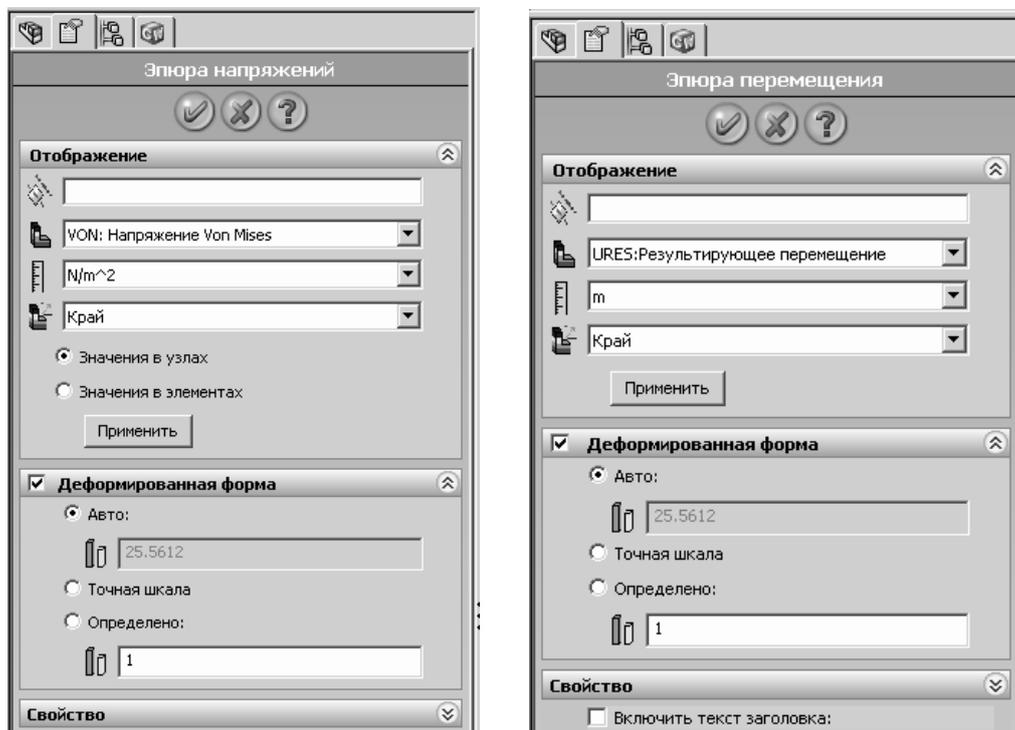


Рис. 3.7. Условия построения расчетных эпюр

Результаты расчетов оформляются в виде графического изображения (рис. 3.8 и 3.9).

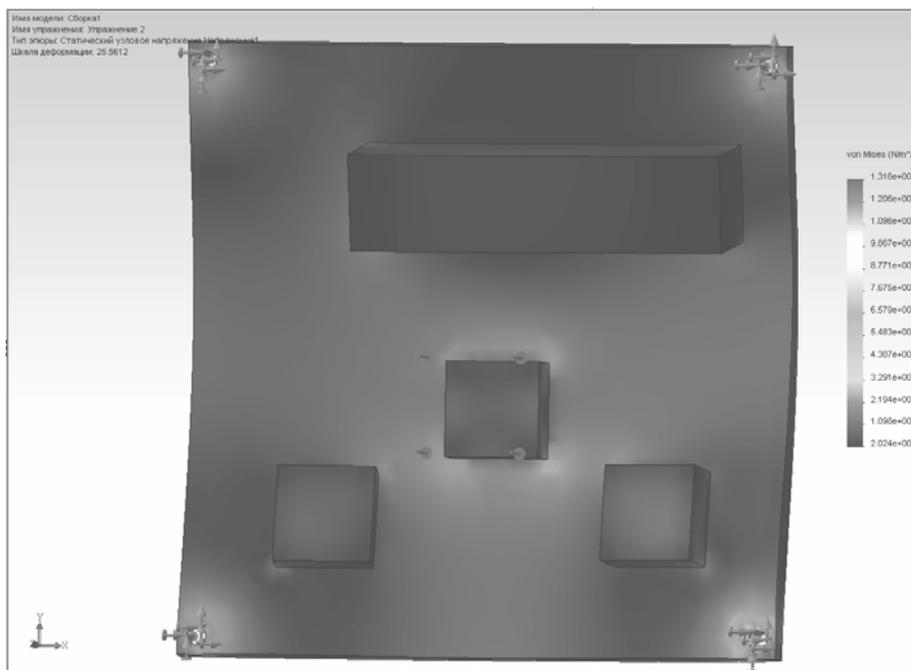


Рис. 3.8. Эпюра напряжений печатной платы при нагрузке на выбранной поверхности

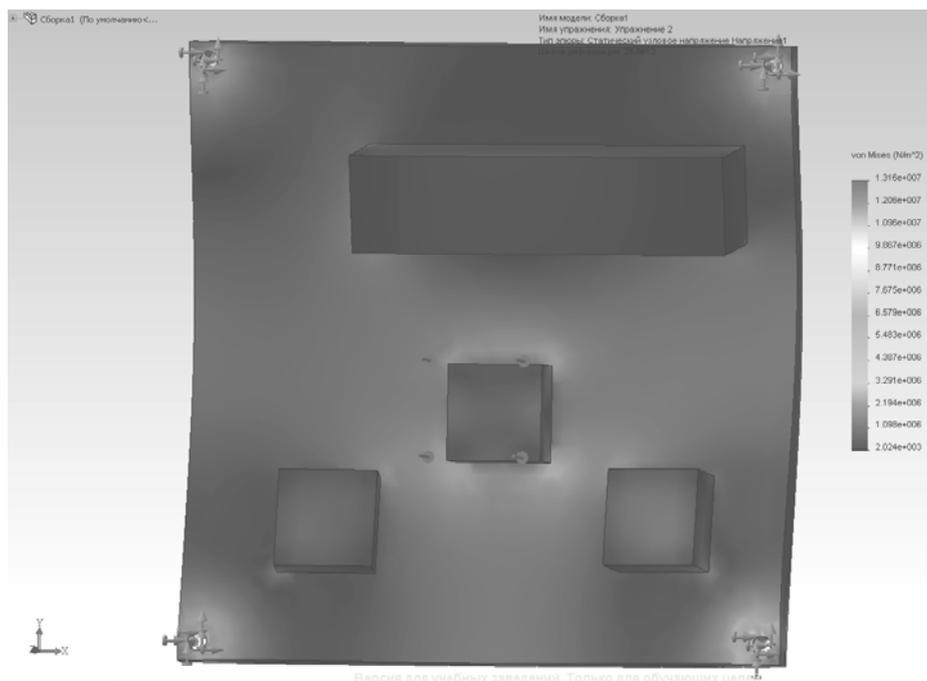


Рис. 3.9. Эпюра деформаций печатной платы при нагрузке на выбранной поверхности

Примеры и задачи

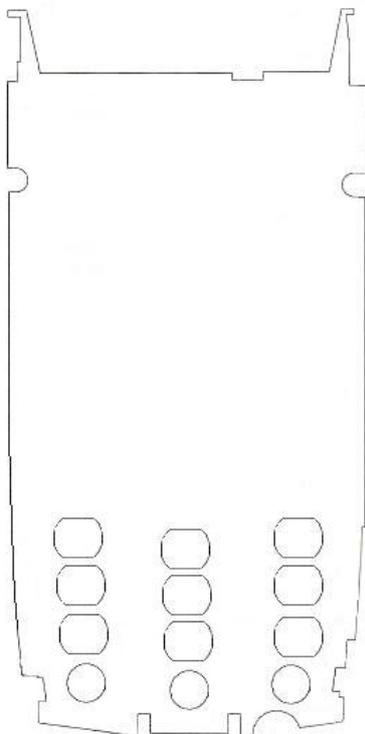


Рис. 3.10. Пример задания контактных площадок печатной платы и кнопок клавиатуры

1. Для выбранного варианта профиля печатной платы (см. рис. 1.5) рассчитайте эпюры деформаций и перемещений для случая статической нагрузки, в качестве поверхностей нагружения возьмите контактные площадки печатной платы с клавиатурой (рис. 3.10).

2. Для выбранного варианта печатной платы определите контактную площадку с кнопкой клавиатуры, для которой приложение нагрузки вызовет максимальные деформации и напряжения.

3. Сопоставьте картины деформаций и напряжений печатной платы от контакта с кнопкой клавиатуры в случае различных условий фиксации печатной платы (изменение числа отверстий для закрепления печатной платы, координат расположения крепежных отверстий).

Контрольные вопросы

1. Какие виды статических нагрузок предусмотрены в CosmosWorks?
2. Как получить эпюры перемещений элементов конструкций в SolidWorks?
3. Какие характеристики материала учитываются при статическом нагружении детали?
4. Какие ограничения на перемещения могут накладываться на конечные элементы?
5. Какие возможности имеются в SolidWorks для получения отчетов?

Тема 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ ПАДЕНИИ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА

Цель – получение навыков решения задач прочностного анализа средствами САПР применительно к динамическим условиям нагружения.

Особенности интерфейса CosmosWorks

Вызов процедуры формирования задания для расчета объемной модели объекта на динамические нагрузки выделен в отдельный пункт меню CosmosWorks (рис. 4.1).

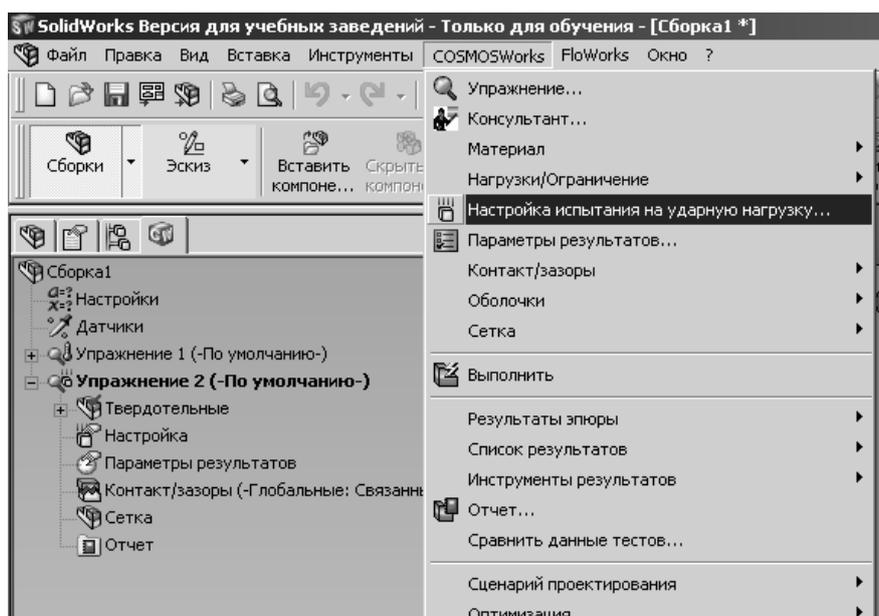


Рис. 4.1. Вызов из меню CosmosWorks настроек испытания на ударную нагрузку

Параметры, определяющие характер динамических воздействий, а также их величины задаются при заполнении настроек испытания на ударную нагрузку. Следует отметить, что в CosmosWorks предусмотрен двойной подход при решении задач с ударным нагружением: в качестве параметра, определяющего характер динамического нагружения, может выступать или высота падения испытуемого объекта, или скорость при ударе (рис. 4.2).

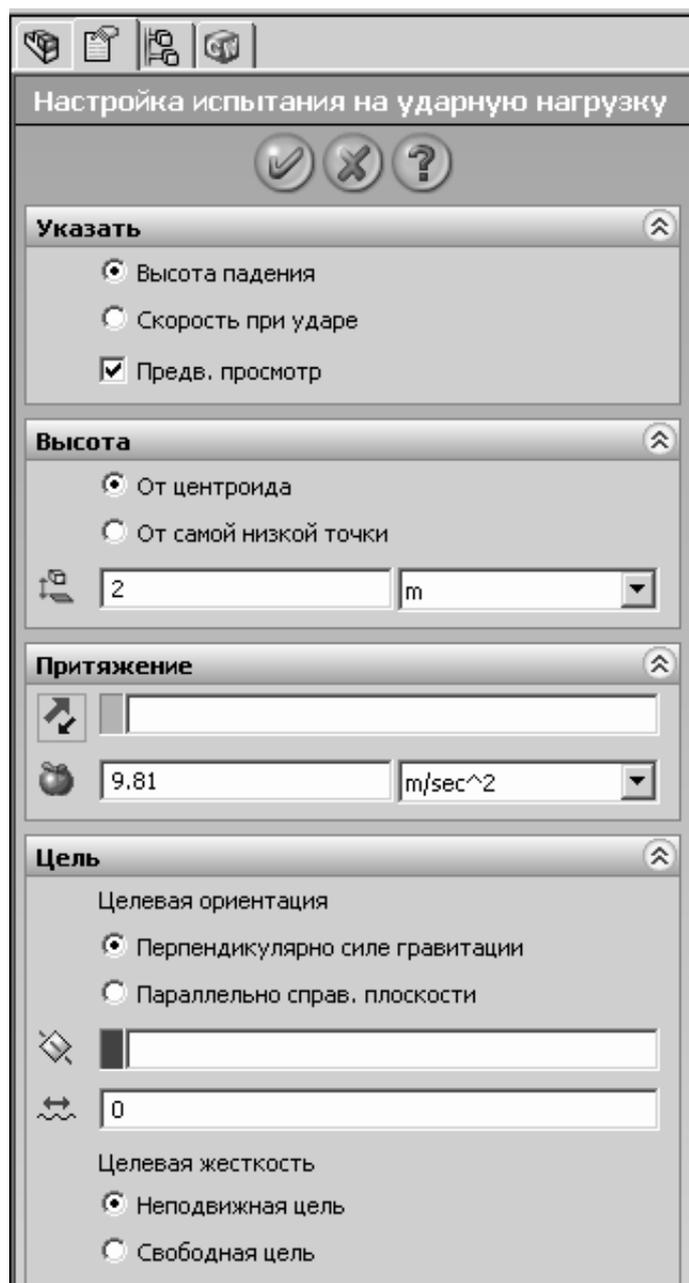


Рис. 4.2. Настройки испытания на ударную нагрузку

Необходимыми условиями для формирования задачи является указание направления действия силы тяжести и опорной грани объемной модели, относительно которой происходит воздействие (рис. 4.3).

Результат расчетов может быть получен или в виде эпюры напряжений, или в виде эпюры деформаций. В обоих случаях следует предварительно установить настройки (рис. 4.4).

Пример эпюры напряжений, возникающих при падении печатной платы с высоты 2 метра, приведен на рис. 4.5, эпюры деформаций – соответственно на рис. 4.6.

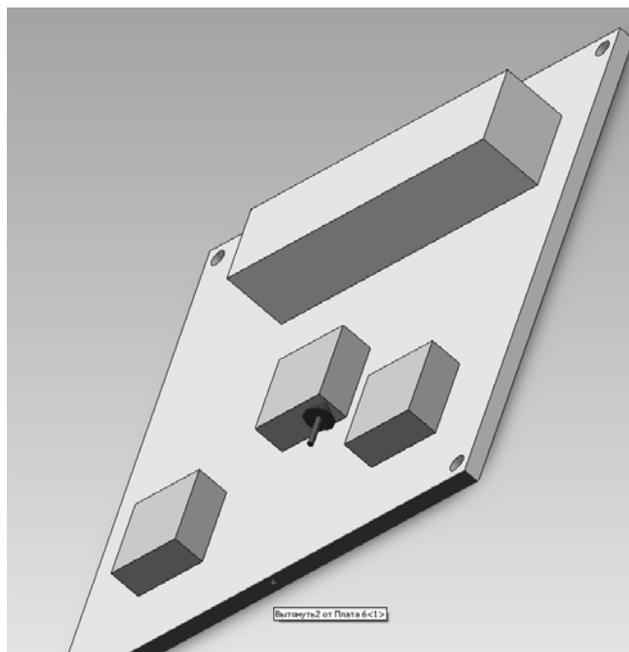


Рис. 4.3. Указание направления действия силы тяжести и опорной грани на объемной модели печатной платы

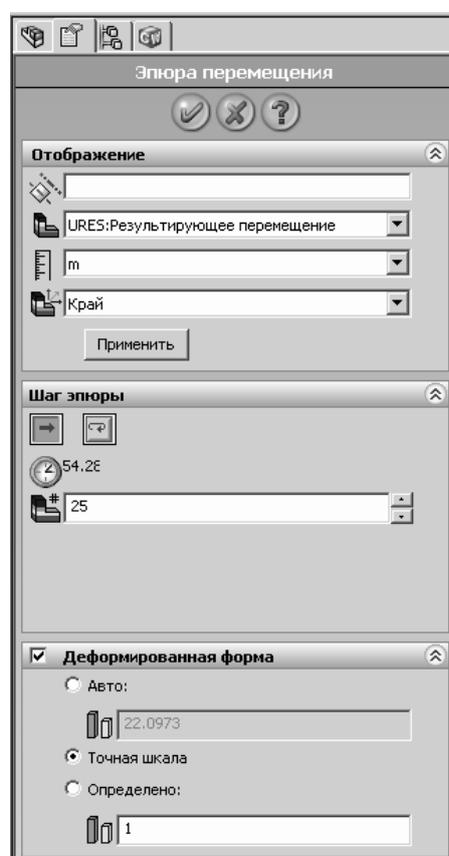
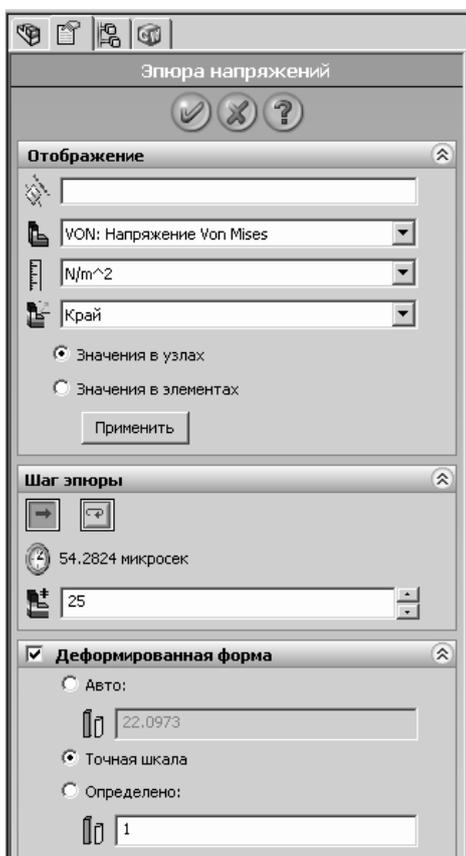


Рис. 4.4. Настройки эпюр напряжения и деформаций при ударных нагрузках

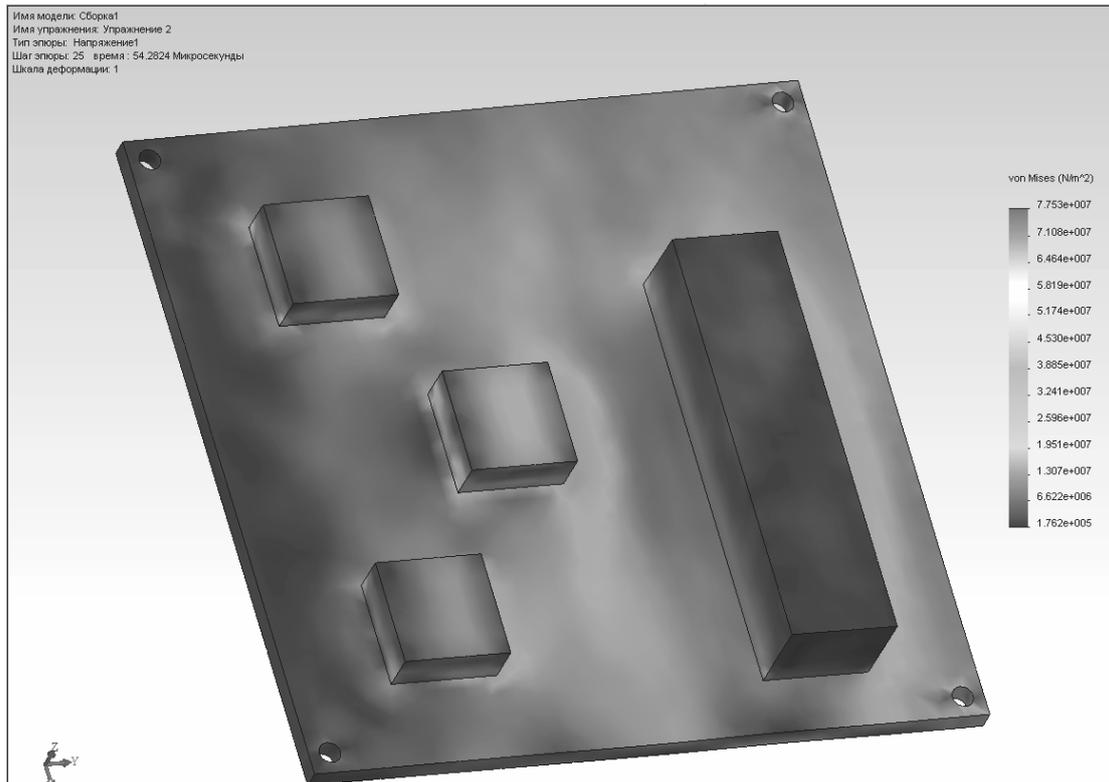


Рис. 4.5. Эпюра напряжений при ударной нагрузке на печатную плату

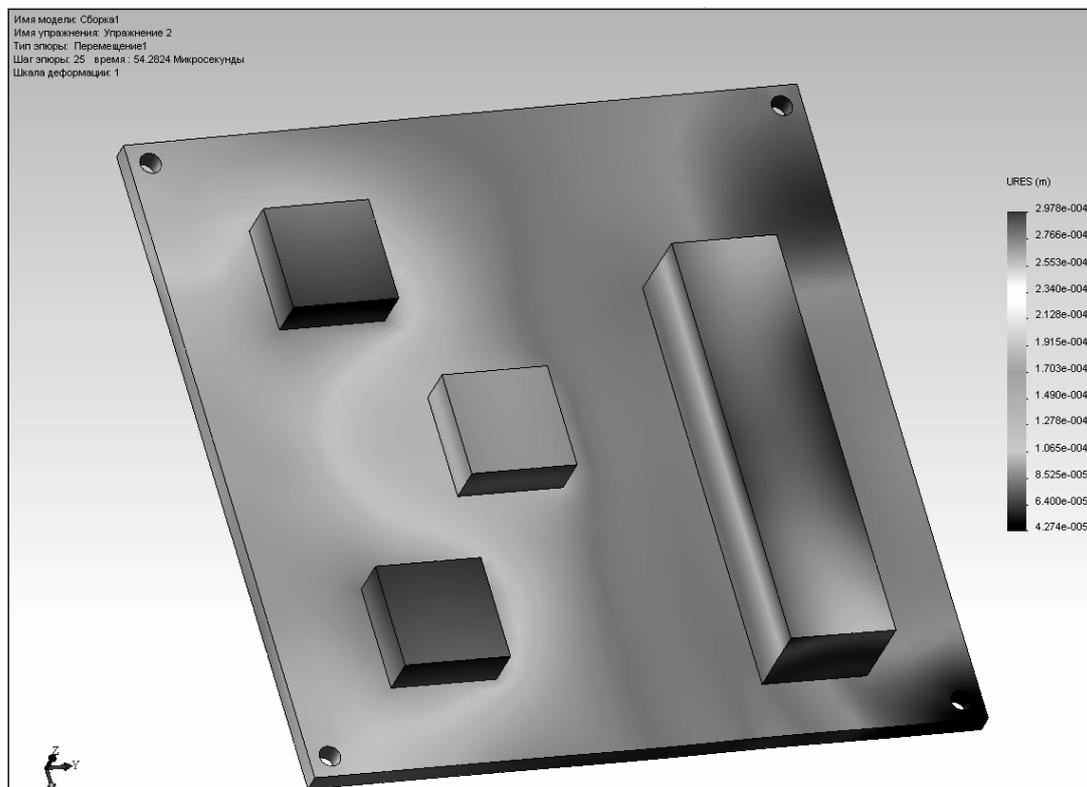


Рис. 4.6. Эпюра деформаций при ударной нагрузке на печатную плату

Примеры и задачи

1. Для выбранного варианта печатной платы (см. рис.1.5) рассчитайте эпюры напряжений и деформаций, возникающие при падении объекта с высоты 0,5; 1; 1,5 и 2 м.

2. Для выбранного варианта печатной платы (см. рис. 1.5) рассчитайте эпюры напряжений и деформаций, возникающие при падении объекта со скоростью 0,5; 1; 1,5 и 2 м/с.

3. Для выбранного варианта печатной платы (см. рис. 1.5) рассчитайте эпюры напряжений и деформаций, возникающие при падении объекта с высоты 1,5 м, с ориентацией по разным граням печатной платы.

Контрольные вопросы

1. Какой вид упражнения при динамических нагрузках применяется в CosmosWorks для расчета печатных плат?

2. Какими конструктивными решениями можно уменьшить величины напряжений, возникающих от нагрузки печатных плат?

3. Какие исходные данные учитываются при динамических расчетах печатных плат?

4. Какие граничные условия принимаются во внимание при динамических расчетах печатных плат?

5. Как организовать просмотр эпюр напряжений и перемещений для произвольного сечения конструкции печатных плат?

6. Как организовать анимированный просмотр результатов расчетов в SolidWorks?

Тема 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Цель – получение навыков решения задач определения частот собственных колебаний механических систем средствами САПР.

Особенности интерфейса CosmosWorks

Для определения частот собственных колебаний исследуемого объекта разработчик должен:

- составить объемную модель объекта (SolidWorks);
- из меню CosmosWorks создать упражнение по расчету частот;
- задать граничные условия (условия закрепления исследуемого объекта);
- создать сетку конечных элементов, вызвав соответствующую процедуру в CosmosWorks;
- запустить процедуру расчета частот собственных колебаний модели.

В качестве результатов расчета среда предоставляет расчетчику таблицу гармоник частот собственных колебаний (см. рисунок).

Список режимов

Имя упражнения: Упражнение 1

Режим No.	Частотный(Рад/сек)	Частотный(Герц)	Период(Секунды)
1	1229.9	195.74	0.0051088
2	2060.7	327.98	0.003049
3	2069.4	329.35	0.0030363
4	2164.6	344.51	0.0029027
5	3762.3	598.8	0.00167

Закреть Сохранить Справка

Таблица гармоник частот собственных колебаний

Для выбранной из полученной таблицы частоты можно построить эпюры напряжений и деформаций исследуемого объекта.

Примеры и задачи

1. Для выбранного варианта профиля печатной платы (см. рис. 1.5) рассчитайте частоты собственных колебаний.
2. Измените условия закрепления печатной платы (уменьшите или увеличьте количество крепежных отверстий, измените координаты рас-

положения крепежных отверстий). Сопоставьте полученные результаты с предыдущими.

3. Добавьте к конструкции печатной платы ребра жесткости. Попытайтесь определить конструктивные параметры ребер жесткости, которые могли бы существенно изменить частоты собственных колебаний печатной платы.

4. Проанализируйте, как отразится на результатах расчета изменение настроечного параметра сетки конечных элементов.

5. Для выбранного варианта профиля печатной платы (см. рис. 1.5) установите несколько дополнительных элементов, соответствующих элементам РЭА, и рассчитайте частоты собственных колебаний.

6. Для выбранного варианта профиля печатной платы (см. рис. 1.5) замените материал печатной платы и рассчитайте частоты собственных колебаний.

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводится расчет частот собственных колебаний печатных плат?

2. В какой форме предоставляются результаты расчета частот собственных колебаний печатных плат в SolidWorks?

3. Какие исходные данные необходимы для расчета частот собственных колебаний печатных плат?

4. Какими конструктивными средствами можно изменить величины частот собственных колебаний печатных плат?

5. Является ли существенным фактором для расчета частот собственных колебаний печатных плат симметричность конструкции?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алямовский, А. А.* SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский [и др.]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с. – ISBN 978-5-94157-994-5.
2. *Тютюнин, Н. А.* Анатомия сотовых телефонов. Устройство и ремонт / Н. А. Тютюнин, А. В. Родина. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 136 с. – ISBN 978-5-91359-034-3.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Тема 1. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ SOLIDWORKS.....	4
Тема 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	8
Тема 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ОТ КЛАВИАТУРЫ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА.....	12
Тема 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ ПАДЕНИИ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА.....	17
Тема 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	21
Библиографический список.....	23

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА УСТРОЙСТВ СРЕДСТВ СВЯЗИ»

Составитель АНДРИАНОВ Дмитрий Петрович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор В.П. Крылов

Подписано в печать 28.01.11.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,39. Тираж 80 экз.
Заказ
Издательство
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.