

Наименование проекта:

Технология получения электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.

Организация-заявитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского
Казанского научного центра Российской академии наук

Начало: 2016 год

Окончание: 2017 год

Постановка проблемы:

Проблема получения компактной и маломощной электронной аппаратуры, предназначенной для работы при ударных нагрузках до 100 000 g напрямую связана с возможностью разработки управляемого артиллерийского снаряда без дополнительного ускорителя, расположенного в нем. Решение этой проблемы позволит на порядок снизить стоимость боеприпаса и позволит, в свою очередь, широко использовать их в Вооруженных силах. Появится возможность разработки управляемого артиллерийского снаряда практически для любой существующей артиллерийской системы, а так же - размещать аппаратуру «свой - чужой» непосредственно в артиллерийском снаряде. От решения этой проблемы также зависит возможность разработок совершенно новых регистрационных средств, размещаемых непосредственно в макетах снарядов, выстреливаемых при испытаниях новых артиллерийских систем и боеприпасов.

Предлагаемые решения:

- Определение количества и топологий плат, параметров заливки в зависимости от геометрических размеров плат и микросхем, смонтированных на их поверхностях, а так же от параметров материала корпусов применяемых микросхем. Главное направление – это возможность использования микросхем с большим числом выводов в пластиковых корпусах.
- Выбор состава и технологии получения и использования заливки на основе отечественных технологий.
- Определение нормативных ограничений на используемую элементную базу для предлагаемой технологии.

Цель и задачи Проекта:

- Разработка и создание инструментально-программного комплекса, с помощью которого можно будет выполнять проектирование электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.
- Получение образцов электронной аппаратуры для управляемых артиллерийских снарядов. Указанные образцы смогут размещаться в снарядах для навигации и осуществления подрыва. Предполагаемые характеристики образца: - ударные нагрузки до 100 000g; - геометрические размеры 40 x 40 x 50 мм; - вес не более 100 грамм.
- Получение образцов регистраторов данных для работы в условиях высоких ударных нагрузок. Указанные образцы смогут размещаться в макетах снарядов для записи данных датчиков ускорения, вращения и давления непосредственно в процессе артиллерийских стрельб. Предполагаемые характеристики образца: - ударные нагрузки до 100 000g; - частоты отсчетов до 1 МГц на канал; - энергонезависимая память до 1 Гб на канал; - потребляемая мощность до 50 мА на канал; - аналоговых каналов с дифференциальным входом до 16 шт.

Успешная реализация Проекта позволит осуществлять

Разработки управляемых артиллерийских снарядов без дополнительного ускорителя, расположенного в нем, с компактной и маломощной электронной аппаратурой, предназначенной для работы при ударных нагрузках до 100 000 g, что в свою очередь даст возможность создавать управляемые артиллерийские снаряды для любой существующей артиллерийской системы, а так же позволит размещать аппаратуру «свой - чужой» непосредственно в артиллерийском снаряде. Основным практическим последствием внедрения управляемых артиллерийских снарядов, разрабатываемых на основе этой технологии, будет повышение в несколько раз точности поражения целей артиллерийскими системами при увеличении стоимости снарядов только на 10-15%.

Исследования, определяющие зависимость величины смещения твердых примесей (пластика, металла и т. п.) в твердом теле от величин его модуля упругости, геометрических размеров и приложенных ускорений.

- На основе этих исследований был создан 6-ти канальный (аналоговые каналы с дифференциальными входами) регистратор данных. Частота отсчета каждого канала до 1 МГц, энергонезависимая память 4 Гб, ударная стойкость до 70 000 g, размеры 40x40x20 мм. Получены результаты баллистических (стрельбы) и взрывных (подрывы в воде и воздухе) успешных испытаний устройства, которые подтвердили все заявленные характеристики.
- Для проведения натурных испытаний, в настоящее время, заключен договор о сотрудничестве с ФКП «Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов».

(указать конкретные этапы с указанием сроков и предполагаемых результатов)

Наименование этапов:

- **Постановка задания на разработку математической модели**
- **Разработка ТЗ на инструментально-программный комплекс проектирование электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.**
- **Программирование, отладка и тестирование инструментально-программный комплекс проектирование электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.**
- **Проектирование специального стенда для проведения экспериментов с проектируемыми образцами и помещения для него.**
- **Изготовление специального стенда для проведения экспериментов с проектируемыми образцами и помещения для него.**
- **Создание базы данных для вышеуказанного инструментально-программного комплекса проектирование электронной аппаратуры.**
- **Подготовка и проведение полных испытаний вышеуказанного инструментально-программного комплекса проектирование электронной аппаратуры.**
- **Проектирование и изготовление скоростного (до 1МГц) регистратора данных для работы в условиях высоких ударных нагрузок (до 100 000 g) .**
- **Проектирование и изготовление блока управления артиллерийским снарядом для работы в условиях высоких ударных нагрузок (до 100 000 g) .**
- **Проведение комплексных испытаний вышеуказанных образцов и подготовка и выпуск соответствующей документации .**

К настоящему времени все исследования, как отечественные, так и зарубежные в данной области были связаны с разработками конкретных артиллерийских систем с управляемыми снарядами (такие, как: отечественные «Сантиметр» и «Краснополь», зарубежные «Excalibur» и т.д.), а так же - с разработками регистраторов данных, выдерживающих большие ударные нагрузки (такие как: отечественные - это аппаратура серии ТМ СКБ «НТИИМ» и зарубежные model 64 фирмы «IES»). В части планируемых исследований можно выделить проект фирмы «AEL», анонсировавшей выпуск регистратора с рекордными параметрами по частоте отсчетов (1 МГц), допустимым перегрузкам (60 000 г) и объему (2 Гбайта) внутренней энергонезависимой памяти.

Основные полученные результаты в СКБ «НТИИМ» - это перегрузка 20 000 г, частоте отсчетов 25,6 кГц, потребляемая мощность несколько Вт, а в фирме «IES» - это перегрузка 50 000 г, частоте отсчетов 105 кГц, потребляемая мощность около 0.1Вт.

Организация – заявитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского Казанского научного центра Российской академии наук

Организационный план:

Организационная структура управления проектом – это лаборатория, состоящая из пяти отделов. Лаборатория начинает работать со штатом 16 сотрудников в составе двух отделов (технологического и математического моделирования). Остальные отделы открываются спустя 9 месяцев после начала работы лаборатории с полным штатом 25 сотрудников.

- Сотрудники отделов технологического и математического моделирования в течении 9 месяцев первого года занимаются разработкой, построением и программированием инструментального программного комплекса, с помощью которого можно будет выполнять проектирование электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.
- Спустя 9 месяцев сотрудники остальных отделов (отдела проектирования электронных компонентов, отдела проведения экспериментов и отдела изготовления, наладки и тестирования электронных компонентов) будут выполнять работы по проектированию, изготовлению, тестированию и проведению экспериментов образцов регистраторов данных для работы в условиях высоких ударных нагрузок и образцов блока электронной аппаратуры для управления артиллерийским снарядом.

Таблица сравнений регистраторов

Данных.	Число аналоговых каналов	Частота отсчетов на канал	Объем внутренней памяти	Максимальная ударная нагрузка
серия ТМ СКБ «НТИИМ»	До 7	25,6 кГц на все каналы	Нет. * данные поступают по радиоканалу	20 000g
model 64 фирмы «IES»	4	105 кГц на канал	2 Мб на все каналы энергозависимая**	50 000g
Анонсируемый фирмы «AEL»	До 16	1мгц на канал	0.3 Гб на канал, энергонезависимая	60 000g
Предлагаемый	До 16	1мгц на канал	1 Гб на канал, энергонезависимая	100 000g

Таблица сравнений электронной аппаратуры для управляемых артиллерийских снарядов.

	Сантиметр отечественный	Краснополь отечественный	Excalibur зарубежный	Предлагаемый
Вес	Не менее 1кг	Не менее 1 кг	Не менее 2 кг	Не более 100 г
Максимальное ускорение	До 30 000g	До 30 000g	До 30 000g	До 100 000g

* Невозможно получать данные из ствола орудия.

** При отключении (поломке) питания данные пропадают.

РАСШИФРОВКА ЗАТРАТ

Наименование статей расходов	Всего, млн. руб.	В том числе по годам, млн. руб.	
		2016 (три квартала)	2017
Материалы	6,50	2,325	4,175
Спецоборудование для научных и экспериментальных работ	0,00	0	0
Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НТП	25,27	7,3575	17,91
Отчисления на социальные нужды	6,32	1,839375	4,4775
Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями	12,50	5,225	7,275
Накладные расходы	3,81	1,152188	2,65625
Прочие прямые затраты	1,25	0,4375	0,8125
Итого	55,64	18,33656	37,30625

Наименование работ	2016			2017			
	II	III	IV	I	II	III	IV
Постановка задания на разработку математической модели							
Разработка ТЗ на инструментально-программный комплекс проектирование электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.							
Программирование, отладка и тестирование инструментально-программный комплекс проектирование электронной аппаратуры для работы в условиях экстремальных ударных нагрузок.							
Проектирование специального стенда для проведения экспериментов с проектируемыми образцами и помещения для него.							
Изготовление специального стенда для проведения экспериментов с проектируемыми образцами и помещения для него.							
Создание базы данных для вышеуказанного инструментально-программного комплекса проектирование электронной аппаратуры.							
Подготовка и проведение полных испытаний вышеуказанного инструментально-программного комплекса проектирование электронной аппаратуры.							
Проектирование и изготовление скоростного (до 1МГц) регистратора данных для работы в условиях высоких ударных нагрузок (до 100 000 g) .							
Проектирование и изготовление блока управления артиллерийским снарядом для работы в условиях высоких ударных нагрузок (до 100 000 g)							
Проведение комплексных испытаний вышеуказанных образцов и подготовка и выпуск соответствующей документации .							

Цветом выделены основные (соиточные, демонстрационные) позиции

1.	Заведующий отделом	60 000
2.	Старший научный сотрудник (математик)	56 250
3.	Инженер - программист	56 250
4.	Инженер - программист	52 500
	Итого 4	225 000
Технологический отдел (начало работы сразу)		
1.	Заведующий отделом	60 000
2.	Старший научный сотрудник (материаловед)	56 250
3.	Технолог - материаловед	56 250
4.	Технолог	56 250
5.	Системный администратор	56 250
	Итого 5	285 000
Отдел проектирования электронных компонент (начало работы спустя 9 месяцев)		
1.	Заведующий отделом	60 000
2.	Старший научный сотрудник (электронщик)	56 250
3.	Инженер - электронщик	56 250
4.	Инженер - электронщик	56 250
5.	Инженер - механик	56 250
	Итого 5	285 000
Отдел проведения экспериментов (начало работы спустя 9 месяцев)		
1.	Заведующий отделом	60 000
2.	Инженер	56 250
3.	Техник - лаборант	48 750
	Итого 3	225 000
Отдел изготовления, наладки и тестирования электронных компонент (начало работы спустя 9 месяцев)		
1.	Заведующий отделом	60 000
2.	Инженер - электронщик	56 250
3.	Инженер - электронщик	56 250
4.	Инженер - электронщик	52 500
	Итого 4	225 000
	Итого по лаборатории 25	1 492 500

В рамках проекта будут получены образцы регистраторов данных для работы в условиях высоких ударных нагрузок. Указанные образцы смогут размещаться в макетах снарядов для записи данных датчиков ускорения, вращения и давления в процессе артиллерийских стрельб. Предполагаемые характеристики образцов: - ударные нагрузки до 100 000g; - частоты отсчетов до 1 МГц на канал; - энергонезависимая память до 1 Гб на канал; - потребляемая мощность до 50 мА на канал; - аналоговых каналов с дифференциальным входом до 16 шт. Широкое внедрение подобных регистрационных средств, размещаемых непосредственно в макетах снарядов, выстреливаемых при испытаниях новых артиллерийских систем и боеприпасов, позволит уменьшить время и стоимость их разработок.

В рамках проекта будут получены образцы блока электронной аппаратуры для управления артиллерийским снарядом. Указанные образцы смогут размещаться в снарядах для управления навигацией и осуществлением подрыва. Предполагаемые характеристики образцов: - ударные нагрузки до 100 000g; - геометрические размеры 40 x 40 x 50 мм; - вес не более 100 грамм. Появится возможность разработки управляемого артиллерийского снаряда без дополнительного ускорителя, расположенного в нем, что на порядок снизит стоимость боеприпаса. Появляется возможность разработки управляемого артиллерийского снаряда для любой существующей артиллерийской системы, а так же размещать аппаратуру «свой - чужой» в артиллерийском снаряде.

- Разработки управляемых артиллерийских снарядов без дополнительного ускорителя, расположенного в нем, с компактной и маломощной электронной аппаратурой, предназначенной для работы при ударных нагрузках до 100 000 g, на порядок снизит стоимость боеприпаса, что позволит, в свою очередь, широко применять их в Вооруженных силах. Появляется возможность разработки управляемого артиллерийского снаряда для любой существующей артиллерийской системы, а так же - размещать аппаратуру «свой - чужой» непосредственно в артиллерийском снаряде.
- Основным практическим последствием внедрения продукции на основе разрабатываемой технологии – это повышение точности поражения целей артиллерийскими системами в несколько раз при увеличении стоимости снарядов только на 10-15%.