

вычислительным сопроцессором, имеющую выделенный вектор прерывания.

Ядро СМП-У имеет следующие характеристики:

Характеристика	Минимальное значение	Максимальное значение
Разрядность команды	16/32 бит	
АЛУ	32 бита	
Объем памяти программ	4 кбайта	8 Гб
РОН 32 бит	256+256	
КЕШ ОЗУ 16 бит	510 байт	131 кбайта
Внешнее ОЗУ	0	8 Гб
Производительность	10 MIPS	50 MIPS
Прерываний	4	1024
Кол-во занимаемых в FPGA логических блоков	1500	2600

Система тактирования обеспечивает работу и выбор одного из двух источников тактовой частоты (с повышенной надежностью или оптимизацией производительности). Система тактирования сопряжена со сторожевым таймером, активация и настройка которого осуществляется из управляющей программы. Сторожевой таймер соединен с контроллером прерываний и вызывает специальное прерывание.

УДК 543.544

## **СПОСОБ ГЕРМЕТИЗАЦИИ МИКРОФЛЮИДНЫХ СИСТЕМ НА СТЕКЛЯННЫХ ПОДЛОЖКАХ**

К.И. Миланина, А.Н. Агафонов, А.А. Ляпина

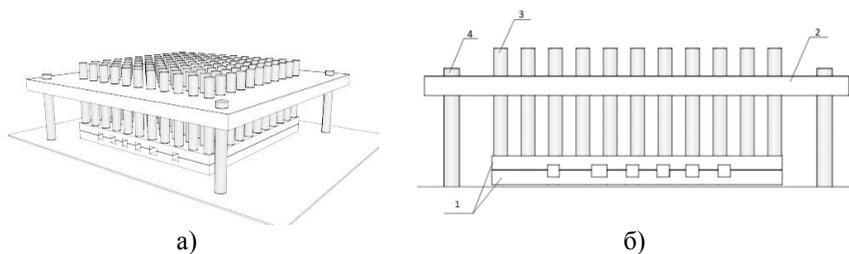
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** микрофлюидная система, стекло, бондинг.

Одним из основных этапов изготовления микрофлюидного устройства является этап герметизации микроканалов или этап бондинга [1]. Наиболее простым и надежным методом герметизации стеклянных пластин является метод термического срачивания. Однако, при его реализации часто возникают дефекты, связанные с наличием на поверхности стеклянных пластин, на которых реализованы микроканалы, неровностей и отклонения от плоскостности [2]. Данная проблема вызывает необходимость создания внешнего давления на поверхность пластин.

Целью настоящей работы является разработка и создание устройства, создающего распределенную механическую нагрузку, обеспечивающую

создание равномерного давления вдоль всей площади поверхности соединяемых стеклянных пластин.



а) изометрия; б) вид спереди  
Рисунок 1 – схема системы для распределения механической нагрузки на поверхности соединяемых пластин

На рисунке 1 изображено схематическое представление системы для распределения механической нагрузки на поверхности соединяемых пластин 1, состоящей из металлической платформы 2 с равномерно распределенными по плоскости, вертикально установленными металлическими стержнями 3 (при этом, схема распределения стержней по плоскости определяется требованиями конкретного технологического процесса), установленной на металлических опорах 4 с резьбой, предназначенных для регулировки высоты.

Применение предложенного устройства при реализации термического сращивания позволяет достигнуть следующих результатов:

- создание герметичного соединения между стеклянными пластинами с реализованными на их поверхности функциональными микроканалами;
- компенсация неравномерности толщин соединяемых пластин и отклонений от плоскостности их поверхностей;
- сохранение геометрии функциональных микроканалов в соединяемых пластинах;
- уменьшение количества дефектов герметизации, связанных с отклонением пластин от плоскостности.

#### Список использованных источников

1. Потиев К.И., Агафонов А.Н., Разработка технологии изготовления микрофлюидной системы на базе кремниевых и стеклянных подложек /Сборник трудов «Международная молодёжная научная конференция «XV Королёвские чтения», посвящённая 100-летию со дня рождения Д.И. Козлова», 2019, т. 1, С. 415-416
2. Jaime B. Investigating Different Methods of Bonding Glass Substrates /Jaime B., Alexander H. //Massachusetts Institute of Technology Cambridge Massachusetts, U.S.A. -2010.

Агафонов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры наноинженерии. E-mail: agafonov.ssau@yandex.ru.

Миланина Ксения Игоревна, студент группы 6282-030401D, лаборант-исследователь НОЦ-НТ94. E-mail: [potienko97@gmail.com](mailto:potienko97@gmail.com).

Ляпина Анастасия Алексеевна, студент группы 6282-030401D.

УДК 629.78

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ МЕЖБЛОЧНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ НАУЧНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ**

И.Р. Минибаев, К.И. Сухачев

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

В работе представлен подход к разработке сложных цифровых систем на базе нескольких ПЛИС невысокой ёмкости с применением помехоустойчивых межкристалльных и межблочных интерфейсов связи.

Для реализации систем управления космической научной аппаратурой, или космическими аппаратами (КА) универсальным решением являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) [1, 2]. Круг задач, возлагаемых на системы управления, с каждым годом расширяется. У разработчиков могут возникнуть трудности в реализации системы управления из-за ограниченного выбора производителей компонентной базы в условиях импортозамещения, так как ПЛИС российского производства имеют скромный объем логических элементов [3] и ограниченный перечень встроенных функций. Одним из вариантов решения сформулированной проблемы является разделение системы на несколько ПЛИС, в данном случае разработчику необходимо решить проблему корректного разделения проекта между ИМС и реализовать интерфейсы взаимодействия как между кристаллами, так и между блоками, способные обеспечить необходимую пропускную способность, а также обладать отказоустойчивостью.

При разработке физического уровня интерфейса были учтены требования по импортозамещению, а также по уменьшению списка ЭРИ, задействованных в его реализации. Интерфейс обладать защитой от сбоев и отказов как на физическом уровне линии связи, так и со стороны метода кодирования информации. Пропускная способность и кратность резервирования легко настраиваться в зависимости от требований. Предусмотрена возможность трансформаторной развязки. В качестве метода кодирования был выбран манчестерский код по стандарту IEEE 802.3. Применение такого кодирования позволяет реализовывать самотактирующий протокол с посылками неограниченной длительности без необходимости точной синхронизации часов приемника и передатчика.