

**ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ  
В ЛАБОРАТОРИЯХ**

УДК 621.372

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМЫ НА РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
СПУСКАЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

© 2024 г. С. А. Яшков, Е. А. Прокопенко, И. А. Дема

Поступила в редакцию 22.08.2023 г.

После доработки 31.08.2023 г.

Принята к публикации 04.03.2024 г.

Электромагнитное поле, возбуждаемое неоднородным плазменным потоком, образующимся вокруг спускаемого аппарата при его движении в плотных слоях атмосферы, способно критически влиять на функционирование бортовых радиотехнических систем. Наиболее эффективный способ исследовать данное воздействие плазмы – проведение натурного эксперимента в ходе летных испытаний спускаемых космических аппаратов (СКА). Данный способ не лишен и недостатков, в числе которых большие финансовые затраты и технические риски, связанные с возникновением нештатных ситуаций, а также низкая воспроизводимость однотипных условий полета. Лабораторные установки, позволяющие создавать близкие к реальным условия движения СКА, позволяют преодолеть указанные выше недостатки, хотя не в полной мере позволяют исследовать воздействие плазмы на радиотехнические системы. Одной из таких установок является разработанный в Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского программно-аппаратный комплекс (ПАК) “Приемно-передающий плазменный канал” для исследования воздействия плазмы на радиотехнические системы спускаемого космического аппарата, общий вид которого представлен на рис. 1.

**Рис. 1.** Общий вид ПАК “Приемно-передающий плазменный канал”.

ПАК “Приемно-передающий плазменный канал” состоит из гиперзвуковой импульсной аэродинамической трубы ИТ-1М, приемной антенны типа “тройной квадрат”, передающей спиральной антенны, программно-определяемой радиосистемы компании National

Instruments (NI USRP 2900, 70 МГц–6 ГГц) и персональной электронной вычислительной машины (ПЭВМ), объединенных в единый тракт управления и измерений физических параметров с помощью специального программного обеспечения. Состав и схема взаимодействия элементов ПАК представлены на рис. 2.

**Рис. 2.** Схема ПАК “Приемно-передающий плазменный канал” в составе гиперзвуковой аэродинамической трубы ИТ-1М.

Поскольку продолжительность процесса гиперзвукового обтекания потоком модели СКА составляет порядка 35 мс, на этом временном интервале проводилась оценка влияния плазмообразования на приемное устройство. В процессе проведения экспериментов осуществлялась непрерывная передача двоичного фазоманипулированного сигнала, разделенного по пакетам. Длительность передачи 1 пакета составляла примерно 10 мс, количество передаваемых отчетов в пакете – 5108, что соответствует 1277 информационным символам и общей скорости передачи информации 512 кбит/с. На один бит информации приходится 4 отсчета сигнала. За 1 эксперимент гарантировано передается 2 информационных кадра в условиях гиперзвукового обтекания. В результате обработки записанных данных принятого сигнала во время экспериментов получают:

- осциллограммы амплитуды сигнала в момент проведения пуска,
- осциллограммы измеренного отношения энергии информационного символа к спектральной плотности средней мощности шума,
- осциллограммы измерения ухода несущей частоты принятого сигнала,
- скейлограммы распределения энергии по времени и частоте.

*Адрес для справок: Россия, 197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13. Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского. E-mail: Prokopenko\_work@mail.ru (Прокопенко Е.А.)*

## ПОДПИСИ ПОД РИСУНКАМИ

**Рис. 1.** Общий вид ПАК “Приемно-передающий плазменный канал”.

**Рис. 2.** Схема ПАК “Приемно-передающий плазменный канал” в составе гиперзвуковой аэродинамической трубы ИТ-1М.



3D-модель СКА

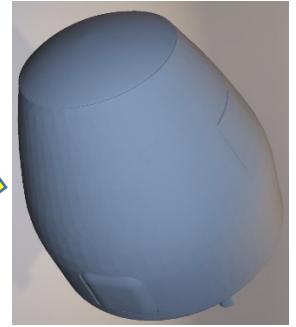


Рис. 1

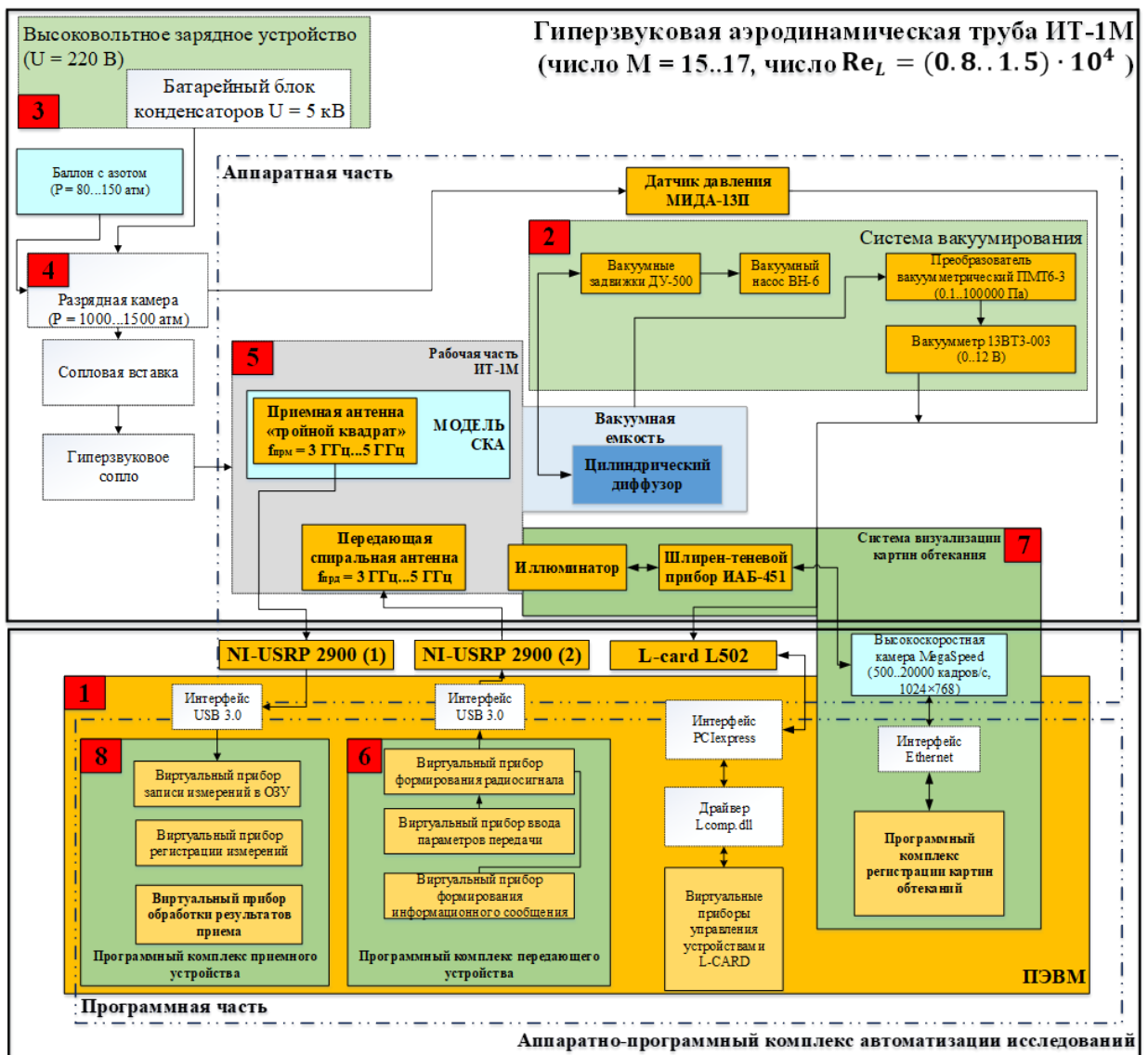


Рис.2

**Для связи с авторами:**

**Прокопенко Евгений Алексеевич**

**E-mail: [Prokopenko\\_work@mail.ru](mailto:Prokopenko_work@mail.ru)**