

УДК 550.3.882:006.91

## ОПИСАНИЕ ТИПА СТАНЦИЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ НАЗЕМНЫХ «ПАРУС-А»

В.Т. Минлигареев

Рассмотрены технические и метрологические характеристики станций вертикального радиозондирования ионосферы наземных «Парус-А», подтвержденные результатами первых в России испытаний ионозондов в целях утверждения типа. Испытания проведены в соответствии с требованиями законодательных и руководящих документов в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. В статье приведено утвержденное Росстандартом описание типа средств измерений.

Ключевые слова: ионозонды «Парус-А», наблюдения, описание типа, средства измерений, испытания, утверждение типа, Федеральный информационный фонд, единство измерений, Госреестр.

### ВВЕДЕНИЕ

Необходимым и обязательным условием качества измерений характеристик ионосферы является достижение требуемой точности, достоверности и сопоставимости результатов измерений, при выполнении наблюдений за состоянием ионосферы на Государственной наблюдательной сети Росгидромета [1-4].

В соответствии с ч.3 п.12 Статьи 1 102-ФЗ-2008 г. «Об обеспечении единства измерений» [5] сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на область гидрометеорологии, и как следствие, на ионосферные наблюдения [6]. Таким образом, ионосферные наблюдения попадают в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений. На средства измерений данных видов наблюдений распространяются ряд требований, в том числе и проведение испытаний в целях утверждения типа [5].

Первым примером проведения таких работ являются прошедшие испытания в целях утверждения типа станций вертикального радиозондирования ионосферы наземных (далее – ионозонды) «Парус-А», которые успешно завершены в ФГБУ «ИПГ». Необходимо отметить, что такие испытания проведены в России впервые, с учетом эксплуатации ионозондов в СССР более чем за 50-летнюю историю [3,7].

Разработчиками ионозонда являются ФГБУ «ИПГ» и ФГБУН «ИЗМИРАН». С данными характеристиками ионозонды утвержденного типа будут выпускаться в течении 5 лет. Межповерочный интервал определен на 3 года. Приказ Росстандарта № 838 от 12.10.2012 г. об

утверждении типа ионозонда «Парус-А» опубликован на сайте Росстандарта [8]. Регистрационный номер в Государственном реестре средств измерений 51425-12. Сведения о свидетельстве опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений [9]. Свидетельство об утверждении типа приведено на рис. 1.

Обязательным приложением к свидетельству об утверждении типа является описание типа ионозондов «Парус-А» [10], которое приведено далее в статье.

### ОПИСАНИЕ ТИПА ИОНОЗОНДОВ «ПАРУС-А» [11]

#### Назначение средства измерений

Ионозонды «Парус-А» предназначены для измерений времени задержки радиоимпульса, импульсного напряжения переменного тока, а также для отображения результатов измерений и расчетных величин.

#### Описание средства измерений

Принцип действия ионозонда состоит в генерировании импульсного сигнала 100-микросекундной длительности, с заполнением несущей частотой от 1 до 20 МГц, излучаемого антенно-фидерным устройством (АФУ), не входящим в состав ионозонда, и измерении времени задержки этого сигнала после его отражения от слоев ионосферы.

Конструктивно ионозонды выполнены в

виде функциональных блоков: радиоприемного устройства (РПУ), радиопередающего устройства (РПДУ), блока управления и цифровой обработки (БУ). РПДУ конструктивно представляет собой моноблок, выполняющий функции передатчика. РПУ представляет собой модульную конструкцию, выполненную в стандарте Евромеханика, и имеет две конструктивные модификации. В первой модификации в конструкцию РПУ в качестве составной части встраивается БУ, во второй модификации БУ входит в состав персонального компьютера (ПЭВМ). Управление ионозондом осуществляется от ПЭВМ. В первой модификации ПЭВМ

представляет собой автономное устройство, состоящее из системного блока, монитора, клавиатуры и манипулятора «Мышь». Во второй модификации ПЭВМ представляет собой сенсорную панель, входящую в состав РПУ.

По условиям эксплуатации ионозонды удовлетворяют требованиям группы 2 по ГОСТ 22261-94 с диапазоном рабочих температур от 10 до 30°C, относительной влажностью воздуха 95 % при температуре 25°C.

Внешний вид ионозондов, места опломбирования и наклеек представлены на рисунках 2-4.



Рис. 1. Свидетельство об утверждении типа ионозондов «Парус-А»



\* – место наклеек  
 \*\* – место пломбировки

Рис. 2. Внешний вид РПУ(модификация 1)



\* – место наклеек  
 \*\* – место пломбировки

Рис. 3. Внешний вид РПУ(модификация 2)



Рис. 4. Внешний вид РПДУ

### Программное обеспечение

Метрологически значимая часть программного обеспечения (ПО) ионозондов представляет собой:

- исполняемый файл Host.exe – диагностика состояния ионосферы в составе ионозонда «Парус-А»;
- библиотека IRIDLL.dll– реализации модели ионосферы;
- драйвер подключения устройства к ЭВМ – ezusb.sys.

ПО позволяет проводить диагностирование

состояния ионосферы методом импульсного вертикального радиозондирования (ВЗ), а также методами прямого (ГИЗ) и обратного (ОГИЗ) трансionoсферного зондирования при работе с аппаратурой, установленной на спутниках.

Идентификационные данные программ представлены в табл. 1.

Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010[12].

Таблица 1.

Наименование программного обеспечения (ПО)	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого файла)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
Управление работой УПО, обнаружение сигналов, организация обмена по компьютерной сети, отображение результатов работы, тестовые программы формирования сигналов зондирования ионосферы, задание режимов работы, формирование временной диаграммы работы	Host.exe	1.3.1.7	09392565ed2ca593 097fb5b117e3817	md5
Драйвер подключения устройства к ЭВМ	ezusb.sys	1.30.0.0	3501a9554b5c584a 102b2c66f95916dc	
Библиотека модели ионосферы	IRIDLL.dll	1.1.3.8	4b71e69ec2fd2c5d546b9e 75caee652e	

### Метрологические и технические характеристики

Диапазон измерений времени задержки радиоимпульса с частотой заполнения от 1 до 20 МГц, мс .....	от 0,5 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений времени задержки радиоимпульса с частотой заполнения от 1 до 20 МГц, мкс.....	± 12
Диапазон воспроизводимых частот заполнения радиоимпульса, МГц .....	от 1 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты заполнения радиоимпульса, кГц .....	± 5
Порог чувствительности РПУ ионозонда, мкВ, не более .....	0,35
Пределы допускаемой погрешности установки секундных импульсов относительно шкалы времени аппаратуры GPS, мкс .....	± 1
Габаритные размеры РПДУ (длина×ширина×высота), мм, не более.....	480×335×435
Габаритные размеры РПУ (модификация 1), (длина×ширина×высота), мм, не более .....	448×315×375
Габаритные размеры РПУ (модификация 2), (длина×ширина×высота), мм, не более .....	330×315×375
Масса РПДУ, кг, не более.....	25
Масса РПУ (модификация 1), кг, не более.....	27
Масса РПУ (модификация 2), кг, не более.....	25
Параметры питания от сети переменного тока:	
напряжение, В.....	220 ± 22
частота, Гц.....	50 ± 1
Потребляемая мощность, В·А, не более.....	800
Срок службы, лет.....	10
Наработка на отказ, ч .....	1500

#### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа средства измерений наносится типографским способом на титульный лист Руководства по эксплуатации станций вертикального радиозондирования ионосферы наземных «Парус-А» и на переднюю часть РПДУ в виде наклейки.

#### Комплектность средства измерений

Состав ионозондов представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Состав ионозонда «Парус-А» (модификация 1)

Обозначение	Наименование	Количество
ВСПИ.670000.02	РПДУ	1
ВСПИ.670000.03	РПУ	1
ВСПИ.670000.04	БУ (без монитора)	1
ВСПИ.670000.05	Монитор	1
ВСПИ.670000.03.04	Блок питания	1
ВСПИ.670000.01-РЭ	Руководство по эксплуатации	1
ВСПИ.670000.30-01	Формуляр	1
100269 МП	Методика поверки	1

Таблица 3. Состав ионозонда «Парус-А» (модификация 2)

Обозначение	Наименование	Количество
ВСПИ.670000.02	РПДУ	1
ВСПИ.670000.03-01	РПУ	1
ВСПИ.670000.04-01	БУ (с монитором)	1
ВСПИ.670000.01-РЭ	Руководство по эксплуатации	1
ВСПИ.670000.30-01	Формуляр	1
100269 МП	Методика поверки	1

Поверка

Осуществляется по документу «Инструкция. Станции вертикального радиозондирования ионосферы наземные «Парус-А». Методика поверки. 100269 МП», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 20 апреля 2012 г.

Основные средства поверки:

- осциллограф TektronixTDS 2024B (рег. № 1006): диапазон напряжений постоянного тока до 30 В, полоса частот 200 МГц.

- генератор AgilentN5181A (рег. № 1255): диапазон рабочих частот от 100 кГц до 1 ГГц, диапазон работы аттенуатора от 0 до 110 дБ.

Сведения о методиках (методах) измерений

«Станции вертикального радиозондирования ионосферы наземные «Парус-А». Руководство по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к наземным станциям вертикального радиозондирования ионосферы «Парус-А»

ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

«Станции вертикального радиозондирования ионосферы наземные «Парус-А». Технические условия.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Деятельность в области гидрометеорологии (выполнение работ по диагностированию состояния ионосферы методом импульсного вертикального радиозондирования, а также прямого и обратного трансionoсферного зондирования при работе с аппаратурой, установленной на спутниках).

Изготовители

Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова(ФБГУ «ИПГ»), г. Москва.

ФГБУН «Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкина» Российской академии наук (ФГБУН «ИЗМИРАН»), г. Троицк.

Заявитель

ФБГУ «ИПГ», г. Москва.

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений (ГЦИ СИ)ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», регистрационный номер 30001-10. г. Санкт-Петербург.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, в рамках описания типа в статье приведены технические и метрологические характеристики ионозондов «Парус-А», экспериментально подтвержденные проведенными испытаниями в целях утверждения типа данных ионозондов.

В процессе работ рассчитан и установлен важный показатель в практической метрологии – межповерочный интервал в 3 года, разработанная уникальная методика поверки и другие эксплуатационные документы, в соответствии с [10,13].

В результате приобретенного опыта по разработке документов и проведенных пионерских испытаний сложившийся межведомственный коллектив в дальнейшем может провести подобные испытания с другими типами ионозондов, применяемых, в том числе, и в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

## DESCRIPTION OF VERTICAL IONOSPHERE RADIOSOUNDING STATIONS "PARUS-A"

Minligareyev V.T.

Technical and metrological specifications of the vertical radiosounding "Parus-A" are considered, confirmed with the 1st in the Russian Federation ionosonde tests for the type approval. The tests were conducted according to normative and guideline requirements in the sphere of state regulation of measurement unification support. The description of the measuring tool type, confirmed by Federal Agency on Technical Regulating and Metrology is given in the article.

**KEYWORDS:** "Parus-A" ionosonde, observations, type description, measurement tools, tests, type approval, Federal Informational fund, measurement unification, State register.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Минлигареев В.Т., Панышин Е.А. Анализ метрологического обеспечения ионосферных наблюдений в целях улучшения функционирования систем управления, связи и навигации // Гелиогеофизические исследования: научный электронный журнал. - 2012. - № 1. [Электронный ресурс]. Доступ с сайта ФГБУ «ИПГ» <http://ipg.geospace.ru/> - URL: <http://www.vestnik.geospace.ru>. (дата обращения: 15.11.2012).
2. Минлигареев В.Т., Сыроешкин А.В. [и др.]. Проблемы метрологического обеспечения гелиогеофизических наблюдений / Труды II Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды» - г. Санкт-Петербург, ВКА имени А.Ф. Можайского – 2012 г. - Т.1. - С. 225-231.
3. Минлигареев В.Т., Лапшин В.Б., Сыроешкин А.В. Особенности нормативного и метрологического обеспечения гелиогеофизических наблюдений // Гелиогеофизические исследования: научный электронный журнал. - 2012. - № 2. [Электронный ресурс]. Доступ с сайта ФГБУ «ИПГ» <http://ipg.geospace.ru/> - URL: <http://www.vestnik.geospace.ru>. (дата обращения: 15.11.2012).
4. Минлигареев В.Т., Лапшин В.Б. [и др.]. Совершенствование метрологического обеспечения ионосферных наблюдений для эффективного функционирования систем управления, связи и навигации // Известия ЮФУ. Технические науки. Тем. вып. Перспективные системы и задачи управления – г. Таганрог.- 2012. № 3 (128). – 264 С. (С.107-113).
5. Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» // Собр. законодательства Рос. Федерации - 2008 г. - № 26, ст. 3021.
6. РД 52.04.567-2003. Положение о Государственной наблюдательной сети. – Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2003.
7. Минлигареев В.Т., Панышин Е.А., Чурилов С.Н. Проведение испытаний в целях утверждения типа ионозондов «Парус-А» // Гелиогеофизические исследования: научный электронный журнал. - 2012. - № 2. [Электронный ресурс]. Доступ с сайта ФГБУ «ИПГ» <http://ipg.geospace.ru/> - URL: <http://www.vestnik.geospace.ru>. (дата обращения: 15.11.2012).
8. Приказы Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (2012 г.). [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Сайт]. URL: <http://www.gost.ru/wps/portal/pages.Orders> /(дата обращения 15.11.2012).
9. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Сведения об утвержденных типах средств измерений [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Сайт]. URL: [http://www.fundmetrology.ru/10\\_tipu\\_si/list.aspx](http://www.fundmetrology.ru/10_tipu_si/list.aspx) /(дата обращения 15.11.2012).
10. МИ 3290-2010. Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа. - М.: Изд-во стандартов, 2010.
11. RU.C.35.001A № 48409. Свидетельство об утверждении типа станций вертикального радиозондирования ионосферы наземных «Парус-А» с описанием типа. - М.: Выдано Росстандартом, 2012. - 5С.
12. МИ3286-2010. Проверка защиты программного обеспечения и определение ее уровня при испытаниях средств измерений в целях утверждения типа - М.: Изд-во стандартов, 2010.
13. Приказ Минпромторга России от 30 ноября 2009 г. № 1081 «Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти - 15.03.2010 г. - № 11.