

УДК 550.3:006.91:006

ОСОБЕННОСТИ НОРМАТИВНОГО И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

В.Б. Лапшин, В.Т. Минлигареев, А.В. Сыроешкин

Приведены особенности метрологического и нормативного обеспечения гелиогеофизических наблюдений Росгидромета. Показана реализация выявленных ранее проблем и предложений по улучшению качества измерений для оперативного реагирования на опасные гелиогеофизические явления над территорией Российской Федерации на современном этапе развития системы геофизического мониторинга.

Ключевые слова: нормативное и метрологическое обеспечение, гелиогеофизические наблюдения, точность и достоверность, сопоставимость измерительной информации, сфера государственного регулирования, перечень измерений, испытания в целях утверждения типа, технический комитет.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительный технический рост микросистемотехники, электронной техники и энергетических систем материализовал ещё одну угрозу для современных систем – это воздействие различных опасных явлений космической погоды.

Именно это сравнительно новое направление создает все большие опасные ситуации в жизни современного высокотехнологичного общества. Под термином «космическая погода» обычно понимается совокупность явлений на Солнце, в верхней атмосфере, околоземном космическом пространстве и межпланетной среде, оказывающих воздействие на процессы в околоземном космическом пространстве [1]. Гелиогеофизические наблюдения собственно и обеспечивают исходную информацию для анализа параметров космической погоды. Под гелиогеофизическими наблюдениями понимаются наблюдения за Солнцем, в верхней атмосфере, околоземном космическом пространстве (ОКП) и межпланетной среде, а также магнитосфере и ионосфере [2, 3].

В публикациях [4-7] показана актуальность и необходимость повышения качества гелиогеофизических наблюдений как достижения требуемой точности и сопоставимости результатов измерений, в частности для выдачи достоверных прогнозов об опасных гелиогеофизических явлениях (ОГЯ) (Рисунок 1).

К ОГЯ относятся: интенсивные солнечные вспышки, сопровождающиеся сильными воз-

мущениями в ОКП, магнитные бури (суббури), сильное возмущение ионосферы, высокий уровень ультрафиолетового потока солнечного излучения, а в отдельных случаях – метеоры (метеориты) и космический мусор.

Гелиогеофизические явления оцениваются как опасные, при достижении ими определенных значений (критериев), перечень которых приведен в [8,9].

При возникновении новых видов угроз, система обеспечения национальной, общественной и личной безопасности должна адекватно реагировать на появление опасности защитными мерами, в том числе применением технических средств противодействия опасным ситуациям и явлениям, входящих в систему технического обеспечения национальной безопасности. Одним из таких направлений является система мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации. На рисунке 1 представлена рассматриваемая система в структуре технического обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Повышение требований к точности, достоверности и сопоставимости результатов наблюдений предъявляет и Всемирная метеорологическая организация (ВМО) в своих ежегодных бюллетенях. С 2011 года на официальном сайте ВМО размещена база данных по техническим требованиям к средствам наблюдений [10]. В качестве примера в таблице 1 приводятся требования по ионосферным наблюдениям.

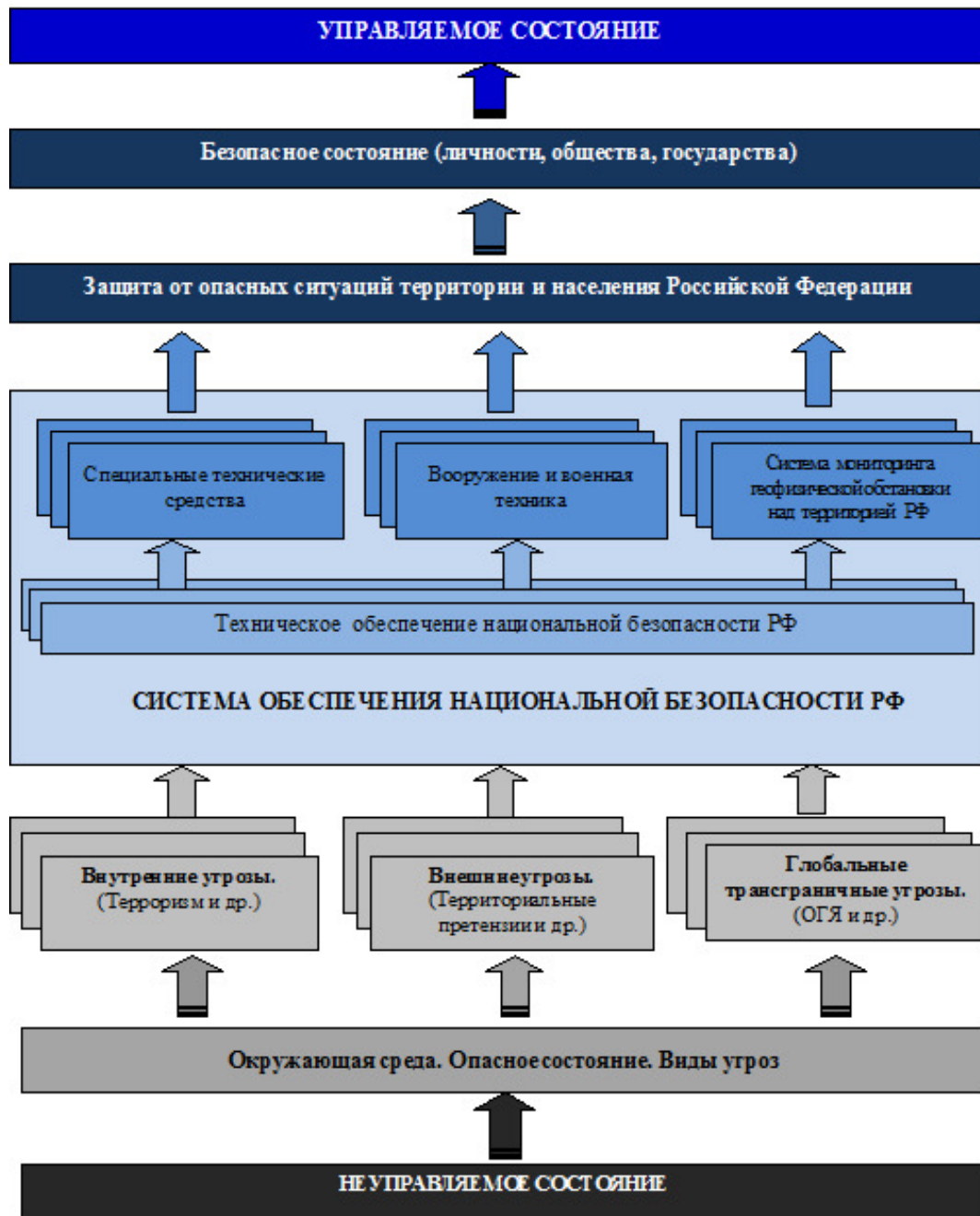


Рис. 1. Техническое обеспечение национальной безопасности Российской Федерации

Таблица 1. Технические и метрологические требования ВМО к ионосферным сетям и средствам наблюдений

Название параметра	Физический смысл, размерность	Предельно допустимая погрешность измерений	Разрешение по горизонтали (размещение ионозондов, км)	Цикл измерений, мин	Временная задержка поступления информации, мин
foF2	Максимальная частота волны отражающейся от слоя F2, МГц	0,05...0,2	100...500	5...60	1...60
foEs	Максимальная частота обыкновенной волны, отражающаяся от спорадического слоя E, МГц	0,05...0,2	100...500	5...60	1...60
h'F	Виртуальная высота нижней кромки слоя F, км	1...10	100...500	5...60	1...60
hmF2	Высота максимума плотности слоя F2, км	1...10	100...500	5...60	1...60
Spread F (h'P)	Вертикальный размер неоднородности плотности ионосферы в F слое, км	1...50	10...500	5...60	1...60
TEC	Полное содержание электронов в ионосферном столбе, TECU. 1 TECU = (10^{16} эл/м ²)	0,1 -2	100...500	5...60	1...60
S4, Sigma Phi	Мера вариации радиосигнала из-за изменений индекса преломления, %	0,1 -10	50...200	1...10	1...60

Учитывая важность и актуальность защиты от ОГЯ в 2009 году было принято принципиальное решение об организации Межпрограммной Координационной Группы по Космической Погоде (ICTSW) в рамках ВМО. С 2010 г. ICTSW начала функционировать и фактически с 2010 г. космическая погода стала неотъемлемой частью погоды в классическом понимании.

В настоящей статье рассмотрены особенности нормативного и метрологического обеспечения гелиогеофизических наблюдений на современном этапе развития, с учетом мировых трендов данной области.

Особенности нормативного и метрологического обеспечения.

Качество гелиогеофизических наблюдений бесспорно может быть улучшено, в том числе, и при совершенствовании нормативного и метрологического обеспечения данного вида наблюдений.

Средства гелиогеофизических наблюдений представляют собой средства измерений, технические системы и устройства с измерительными функциями наблюдательных сетей Рос-

гидромета [2] (наземные ионосферные станции, бортовые спутниковые ионозонды, GNSS-приемники, магнитовариационные станции, солнечные телескопы, бортовые гелиогеофизические комплексы и др.) Особенности нормативного и метрологического обеспечения, и возникающие с этим объективные проблемы [4, 5, 7] в целом выражаются следующим образом:

1. Ввиду относительной молодости направления космической погоды, метрологические требования к гелиогеофизическим наблюдениям стали формироваться только в последние годы.
2. Гелиогеофизические наблюдения из разряда научных исследований переходят в разряд официальных прогностических наблюдений, с вытекающей отсюда юридической ответственностью.
3. Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в Росгидромете находится только в стадии формирования.
4. Деятельность по стандартизации в области гелиогеофизики и разработки

ГОСТ серии 25645 в стране в настоящее время оказалась неохваченной.

- В руководящих документах Росгидромета отсутствуют разделы по приборной и нормативной части в рассматриваемой области (например, в рекомендациях Р 52.14.684-2006, РТ 03-2008, РТ 05-2009 [11-13]).

ОСОБЕННОСТИ НОРМАТИВНОГО И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЦЕЛОМ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ

В публикациях [4, 5, 7] проведен предварительный анализ состояния метрологического и нормативного обеспечения гелиогеофизических наблюдений, выявлены проблемы и рассмотрены предложения по улучшению качества измерений.

Реализация данных предложений усилиями ФГБУ «ИПГ» и Росстандарта за прошедший период составила порядка 10-20% от выявленных проблем и состояла в следующем:

- в создании технического комитета по стандартизации;
- в проведении испытаний в целях утверждения типа ионозондов «Парус-А»;
- в разработке ведомственного Руководства по ионосферным наблюдениям;
- в разработке перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования

обеспечения единства измерений в области гелиогеофизики;

- других мероприятиях.

СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

В целях реализации Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [14] и Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [15], в соответствии с ГОСТ Р 1.1-2005 [16] для обеспечения единства измерений при проведении гелиогеофизических наблюдений при ФГБУ «ИПГ» создан технический комитет по стандартизации ТК-101 – «Метрологическое обеспечение измерений физических полей в околоземном космическом пространстве, магнитосфере, ионосфере и атмосфере» [17]. Технический комитет по стандартизации (ТК) - установленная Росстандартом форма сотрудничества предприятий, организаций, органов исполнительной власти, экспертов, других специалистов, осуществляемого на добровольной основе в целях организации и проведения работ в области национальной, региональной и межгосударственной стандартизации по закрепленным объектам стандартизации или областям деятельности. Структура технического комитета по стандартизации ТК-101 приведена в таблице 2.

Таблица 2. Структура технического комитета по стандартизации ТК-101, в соответствии с Приложением №1 к приказу Росстандарта № 387 от 01 июня 2012 г.

№ п/п	Название технического комитета	Организация, на базе которой создается ТК (ПК). Руководители ТК (ПК)
1	Технический комитет ТК-101 «Метрологическое обеспечение измерений физических полей в околоземном космическом пространстве, магнитосфере, ионосфере и атмосфере»	ФГБУ «ИПГ», 129128, Москва, ул. Ростокинская, д. 9 Председатель ТК-101- директор ФГБУ «ИПГ»
2	Подкомитет ПК-1 «Процессы в ионосфере, магнитосфере, атмосфере и в околоземном космическом пространстве»	ФГБУ «ИПГ», 129128, Москва, ул. Ростокинская, д. 9 Председатель ПК-1- Главный метролог ФГБУ «ИПГ»
3	Подкомитет ПК-2 «Магнитное поле Земли»	ФБГУН «ИЗМИРАН». 142092, г. Троицк, Московская обл. Председатель ПК-2- директор ФБГУН «ИЗМИРАН»
4	Подкомитет ПК-3 «Прохождение радиоволн в атмосфере, магнитосфере, ионосфере и околоземном космическом пространстве».	ФГБУ «ИПГ», 129128, Москва, ул. Ростокинская, д. 9 Председатель ПК-3- СНС 6 отдела ФГБУ «ИПГ»
5	Подкомитет ПК-4 «Методы и средства метрологического обеспечения измерений параметров прохождения»	ФГУП «ВНИИФТРИ». 241570, Москов- ская обл., Солнечногорский р-н, пгт. Менделеево

№ п/п	Название технического комитета	Организация, на базе которой создается ТК (ПК). Руководители ТК (ПК)
	радиоволн в верхней атмосфере, ионосфере Земли и околоземном пространстве»	Председатель ПК-4-зам. руководителя НИО-8
6	Подкомитет ПК-5 «Метрологическое обеспечение физико-химических измерений параметров среды верхней атмосферы»	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19 Председатель ПК-5- Руководитель отделения Госэталонов
7	Подкомитет ПК-6 "Методы измерений термодинамических параметров, газового и аэрозольного состава атмосферы".	ФГБУ «ЦАО», 141799, г. Долгопрудный, Московская обл., ул. Первомайская, д.3

Специализация ТК -101 и его подкомитетов по видам деятельности включает в себя:

- разработку документов по стандартизации в области метрологии: методик поверки, терминов и определений, технических требований к методам и средствам измерений;
- разработку перспективных стандартов национального и международного уровней;
- метрологическое и нормативное обеспечение и обслуживание реализации вышеуказанных работ.

В соответствии с планом работы ТК-101 и основными мероприятиями, предусмотренными

ми модернизацией сетей ионосферных, магнитных и гелиогеофизических наблюдений для обеспечения единства измерений и стандартизации, предусмотрена разработка национальных и межгосударственных стандартов в области гелиогеофизики. Предложения по разработке стандартов внесены ТК-101 в программу национальной стандартизации [18] (Табл.3).

В дальнейшем планируется расширение области деятельности ТК-101, в том числе и с образованием международного подкомитета.

Таблица 3. Предложения, внесенные в Программу национальной стандартизации на 2013-2014 г.г.

Номер стандарта	Наименование стандартов	Организации-исполнители	Примечания
ГОСТ 25645.113-84	Ионосфера Земли. Термины и определения	ФГБУ «ИПГ»	Пересмотр, новая редакция стандарта
ГОСТ 25645.109-84	Магнитосфера Земли. Термины и определения	ФГБУ «ИПГ» ФГБУН «ИЗМИРАН»	Пересмотр, новая редакция стандарта
ГОСТ 25645.143-88	Атмосферы планет. Термины и определения	ФГБУ «ИПГ» ФГБУН «ИКИ РАН»	Пересмотр, новая редакция стандарта
-	Космические лучи и электромагнитное излучение Солнца. Гелиогеофизический мониторинг с поверхности Земли. Общие требования	ФГБУ «ИПГ»	Разработка стандарта
-	Ионосфера Земли. Система мониторинга геофизической обстановки над территорией РФ. Общие требования	ФГБУ «ИПГ»	Разработка стандарта
-	Ионосфера Земли. Геофизический мониторинг ионосферы с поверхности Земли. Общие требования	ФГБУ «ИПГ»	Разработка стандарта
-	Магнитосфера Земли. Геофизический мониторинг магнитосферы с поверхности Земли. Общие требования	ФГБУ «ИПГ» ФГБУН «ИЗМИРАН»	Разработка стандарта

ИСПЫТАНИЯ В ЦЕЛЯХ УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА ИОНОЗОНДОВ «ПАРУС-А»

Ярким примером решения поставленных ранее задач и реализации предложений по улучшению нормативного и метрологического обеспечения гелиогеофизических наблюдений являются проведенные испытания в целях утверждения типа ионозондов «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.

При разработке концепции, проектировании и изготовлении ионозондов «Парус-А» принимали участие несколько предприятий различных ведомств: ФГБУ «ИПГ» (Росгидромет), ФГБУН «ИЗМИРАН» (РАН), ООО НТЦ «Радикон-М» (ОАО НПК «НИИДАР»)

Испытания проводились в пяти НИУ Росгидромета, Росстандарта и РАН в 2011-2012 г.г. в результате которых сложился уникальный межведомственный коллектив. Организацией, проводившей основные испытания ионозондов, аккредитованной в системе Росстандарта явился Государственный Центр испытаний средств измерений (ГЦИ СИ) ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

ФГБУ «ИПГ», принимая в данных работах непосредственное участие осуществлял организационное и научно-методическое руководство. Испытания проводились в инициативном порядке, за счет собственных средств института.

В результате испытаний была отработана Программа, приведены в соответствие конструкторская и эксплуатационная документация, разработаны описание типа, методика поверки и другие документы, согласно [19,20]. Ниже приведены некоторые результаты испытаний.

Например, в описании типа станций вертикального радиозондирования ионосферы наземных (ионозондов) «Парус-А» входят разделы: назначение средства измерений, описание средства измерений, принцип действия, метрологические и технические характеристики, программное обеспечение, комплектность средства измерений, поверку и другие разделы.

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

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.

Внешний вид ионозондов представлен на рисунках 2-4.

Метрологические характеристики, полученные в результате испытаний внесены в описание типа ионозондов «Парус-А» и представлены в таблице 3.

Разработчиками ионозонда являются ФГБУ «ИПГ» и ФГБУН «ИЗМИРАН». С данными характеристиками ионозонды утвержденного типа будут выпускаться в течение 5 лет.



Рис. 2. Внешний вид радиоприемного устройства (РПУ) – модификация 1



Рис. 3. Внешний вид радиоприемного устройства (РПУ) – модификация 2



Рис. 4. Внешний вид радиопередающего устройства (РПДУ)

Таблица 3. Метрологические характеристики ионозондов «Парус-А»

№ п/п	Метрологические характеристики	Диапазон
1	Диапазон измерений времени задержки радиоимпульса с частотой заполнения от 1 до 20 МГц, мс	0,5-10
2	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений времени задержки радиоимпульса с частотой заполнения от 1 до 20 МГц, мкс	± 12
3	Диапазон воспроизводимых частот заполнения радиоимпульса, МГц	1-20
4	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты заполнения радиоимпульса, кГц	± 5
5	Порог чувствительности РПУ ионозонда, мкВ, не более	0,35
6	Пределы допускаемой погрешности установки секундных импульсов относительно шкалы времени аппаратуры GPS, мкс	± 1

РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ПО ИОНОСФЕРНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Необходимость разработки руководства (наставления) по ионосферным наблюдениям вызвана тем, что за более чем за 50-летнюю историю ионосферных наблюдений в данной области не было обобщены материалы для практической деятельности государственной наблюдательной сети (в отличие от других видов гидрометеорологических наблюдений).

Разработанное «Руководство по ионосферным, магнитным и гелиогеофизическим, наблюдениям». Часть 1. Ионосферные наблюдения» – (далее – Руководство) создано в целях обеспечения единства наблюдений, достоверности, эффективности, качества измерительной информации и передачи результатов наблюдений потребителям. Руководящий документ описывает основные принципы, методы и средства ионосферных наблюдений.

Руководство предназначено для инженерного и технического персонала станций ионо-

сферных наблюдений, сотрудников методических групп межрегиональных территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) и центров (областных, краевых, республиканских) по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС). Руководство может быть полезно сотрудникам научно-исследовательских учреждений, использующих ионосферную информацию, а также преподавателям и студентам профильных учебных заведений при изучении курса «Физика атмосферы и гидросферы».

Настоящее Руководство распространяется на Государственную сеть ионосферных наблюдений Росгидромета. Разработано в целях повышения эффективности наблюдений, обеспечения единства измерений, точности и достоверности измерительной информации при осуществлении деятельности Росгидромета и относящиеся к сфере ионосферных наблюдений.

Руководство обязательно для других ведомств, занимающихся ионосферными наблюдениями в части использования данных наблю-

дений с целью оперативного обеспечения потребителей гелиогеофизической информацией.

«Руководство по ионосферным, магнитным и гелиогеофизическим наблюдениям» (РД 52.26.XXX-201X) предполагает выпуск 4 частей:

Часть I – «Ионосферные наблюдения».

Часть II – «Гелиогеофизические наблюдения».

Часть III – «Магнитные наблюдения».

Часть IV – «Передача оперативных данных наблюдений и организация удаленной технической поддержки».

Часть I Руководства - «Ионосферные наблюдения» описывает порядок организации и функционирования ионосферных станций, методику проведения ионосферных наблюдений техническими средствами, применяемыми в сети Росгидромета. Основные положения Руководства учитывают требования Международного научного радиосоюза (URSI), Всемирной метеорологической организации (ВМО), распространяющиеся на международную сеть ионосферного зондирования.

Особенностью разработанного документа является то, что оно соединило в себе практические материалы по методам зондирования, по эксплуатации, нормативному и метрологическому обеспечению, техническому обслуживанию оборудования ионосферных станций, теоретические материалы по свойствам ионосферы,

интерпретации ионограмм, предупреждению об ОГЯ и т.д.

Материал Руководства составляет 279 страниц основного текста и представлено в 13 главах.

РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ ИЗМЕРЕНИЙ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СФЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЛАСТИ ГЕЛИОГЕОФИЗИКИ

Для легитимизации сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений, в соответствии с частью 5 статьи 5, 102-ФЗ-2008 г. [14], в Метрологической службе Росгидромета разработан проект Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в части компетенции Росгидромета (далее – Перечень) (см. табл.4). Перечень, в соответствии с частью 2 статьи 27 [14], в настоящее время согласовывается с Минпромторгом России, и утверждается Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации. В данный перечень вошли предложения ФГБУ «ИПГ» по гелиогеофизическим наблюдениям.

Для формирования Перечня в области гелиогеофизики (смежной области гидрометеорологии) использовались положения следующих документов: [10,14, 21].

Таблица 4. Предложения ФГБУ «ИПГ» в перечне измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, с установленными обязательными метрологическими требованиями

№ п/п	Измерения	Обязательные метрологические требования к измерениям, указанным в столбце 2	
		Диапазон измерений	Предельно допустимая погрешность или неопределенность
1	2	3	4
12. Осуществление деятельности в области гидрометеорологии			
Гелиогеофизика (космическая погода)			
1	Измерение плотности потока протонов в околоземном космическом пространстве	$1 \cdot 10^8$ част/см ² ·с·ср	ПГ ± (5...25) %
2	Измерение плотности потока электронов в околоземном космическом пространстве	$1 \cdot 10^8$ част/см ² ·с·ср	ПГ ± (5...25) %
3	Поток рентгеновского излучения Солнца	$10^{-8} - 10^{-2}$ Вт/м ²	ПГ ± (5...25) %
4	Измерение вектора магнитного поля на земной поверхности	$10^{-4} - 10^3$ нТл	ПГ ± (0,05...1) нТл

5	Измерение максимальной частоты волны, отражающейся от слоя F2 ионосферы	1-20 МГц	ПГ ± (0,05...0,2) МГц
6	Измерение полного содержания электронов в ионосфере	1-100 TECU ($10^{16} \dots 10^{18}$) эл./м ²	ПГ ± (0,1...2) TECU ($10^{15} \dots 2 \cdot 10^{16}$) эл./м ²
7	Измерение ультрафиолетового потока Солнца	$5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ Вт/м ²	ПГ ± (5...25) %

Критичным становится то, что до настоящего времени Перечень не утвержден. Это затрудняет правовой статус проводимых измерений в области гелиогеофизических наблюдений, и в целом в области гидрометеорологии. Согласование и утверждение данного Перечня, в соответствии с требованиями [7] целесообразно провести в кратчайший срок в 2012 г.

Актуальность данного вопроса на федеральном уровне подтверждает тот факт, что с требованиями незамедлительной реализации положений части 5 статьи 5 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» (об утверждении Перечней) выступил заместитель Председателя Правительства РФ 20 июля 2012 г.) (Распоряжение РД-П7-4147 министерствам и ведомствам, в том числе и Росгидромету).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в статье приведены особенности метрологического и нормативного обеспечения гелиогеофизических наблюдений Росгидромета на современном этапе развития системы геофизического мониторинга. Реализация мер по устранению выявленных ранее проблем по качеству измерений [4-7] для оперативного реагирования на опасные гелиогеофизические явления над территорией Российской Федерации на современном этапе развития составляет порядка 10-20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое «космическая погода». [Электронный ресурс] //ФГБУ «ИПГ» [Сайт]. <http://ipg.geospace.ru/what-is-space-weather.html> (дата обращения 08.08.2012).
2. РД 52.04.567-2003. Положение о Государственной наблюдательной сети. – Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2003.
3. Плазменная гелиогеофизика / Ред. Л.М. Зеленый и И.С. Веселовский. М.: Физматлит, 2008. Т. 1. 670 С.
4. Минлигареев В.Т., Паньшин Е.А. Анализ метрологического обеспечения ионосферных наблюдений в целях улучшения функционирования

Дальнейшие шаги по улучшению качества метрологического и нормативного обеспечения гелиогеофизических наблюдений в целом предполагают своевременное создание и реализацию системно связанных:

- комплекса стандартов и эталонов Российской Федерации;
- отраслевых, национальных, межгосударственных и международных стандартов, норм и правил;
- методов и средств измерений, поверки, калибровки, устанавливающих и обеспечивающих единство измерений.

Организация внедрения вышеперечисленных задач, в соответствии с возложенными обязанностями поручена ФГБУ «ИПГ» Росгидромета и межведомственному техническому комитету по стандартизации ТК-101 - «Метрологическое обеспечение измерений физических полей в околоземном космическом пространстве, магнитосфере, ионосфере и атмосфере».

Полное решение выявленных проблем придаст средствам измерений правовые основы для применения их на территории Российской Федерации и Таможенного союза; приведет к обеспечению единства, требуемой точности и достоверности измерений, повышению эффективности гелиогеофизических наблюдений, недопущению недостоверных результатов измерений для предупреждения об ОГЯ.

- систем управления, связи и навигации// Гелиогеофизические исследования: научный электронный журнал. - 2012. - № 1. [Электронный ресурс]. <http://www.vestnik.geospace.ru> (дата обращения: 08.08.2012).
5. Минлигареев В.Т., Лапшин В. Б., Паньшин Е.А. Нормативное и метрологическое обеспечение гелиогеофизических наблюдений // Гелиогеофизические исследования: научный электронный журнал. – 2012. – № 1. [Электронный ресурс]. <http://www.vestnik.geospace.ru>. (дата обращения: 08.08.2012).

6. 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).
7. 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.
8. РД 52.88.699 – 2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. – Обнинск: ГУ «ВНИГМИ-МЦД», 2008.
9. NOAA Space Weather Scales [Электронный ресурс] // Национальное управление океанических и атмосферных исследований (NOAA): [Сайт]. <http://www.swpc.noaa.gov/NOAAscales/> (дата обращения 28.08.2012).
10. Требования ВМО к средствам наблюдений и наблюдательным сетям [Электронный ресурс] // Всемирная Метеорологическая Организация: [Сайт]. <http://www.wmo-sat.info/db/indices> (дата обращения 08.08.2012).
11. Рекомендации Р 52.14.684-2006. Метрологическое обеспечение гидрометеорологических измерений. Межповерочные интервалы для средств измерений гидрометеорологического назначения. – Обнинск: ГУ «ВНИГМИ-МЦД», 2006.
12. Рекомендации РТ 03 – 2008. Метрологическое обеспечение гидрометеорологических измерений. Основные средства измерений гидрометеорологического назначения, применяемые на государственной наблюдательной сети. – Обнинск: ГУ «ВНИГМИ-МЦД», 2008.
13. Рекомендации РТ 05 – 2009. Перечень основных средств измерений и оборудования гидрометеорологического назначения, выпускаемых предприятиями Российской Федерации и республики Беларусь. – Обнинск: ГУ «ВНИГМИ-МЦД», 2009.
14. Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» // Собр. законодательства Рос. Федерации – 2008 г. – № 26, ст. 3021.
15. Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002. (с изменениями от 8 августа 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г., 23 июля 2008 г., 18 июля, 23 ноября, 30 декабря 2009 г.) // Собрание законодательства РФ. 2002. № 52 (ч. 1). Ст. 5140; 2008. № 30 (часть II). Ст. 3616.
16. ГОСТ Р 1.1-2005. Технические комитеты по стандартизации. Порядок создания и деятельности. – М.: Изд-во стандартов, 2005.
17. Технические комитеты по стандартизации [Электронный ресурс] // Росстандарт. [Сайт]. <http://www.gost.ru/wps/portal/pages.TechCom> / (дата обращения 08.08.2012).
18. База данных Программы национальной стандартизации [Электронный ресурс] // Технические комитеты [Сайт]. <http://www.tkpn.gost.ru/TKSuggest/TKSuggestion.s2013.nsf/ViewForm?OpenForm> (дата обращения 08.08.2012).
19. МИ 3290-2010. Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа. – М.: Изд-во стандартов, 2010.
20. Приказ Мипромторга 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.
21. МИ 3197-2009 «Составление перечней измерений, относящихся к сфере государственного технического регулирования обеспечения единства измерений» – М.: Изд-во стандартов, 2009.