Приложение №1

к Протоколу \_15-го заседания Комиссии по РЧС и СО, 28-31 \_\_\_мая\_\_\_ 2019 г.,

Республика \_Узбекистан\_, г. \_Ташкент\_\_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z:\429_Сектор связи\Тушов Александр Александрович\6\RCC_Logo1 копия.jpg | РЕГИОНАЛЬНОЕ СОДРУЖЕСТВО В ОБЛАСТИ СВЯЗИ | |
| Комиссия по регулированию использования радиочастотного спектра и спутниковых орбит |  |

**Проект**

**Рекомендации**

**в области обеспечения беспомеховой работы**

**спутниковых навигационных систем**

Оглавление

[Введение 3](#_Toc6383797)

[Обозначения и сокращения 4](#_Toc6383798)

[1 Общие рекомендации в интересах обеспечения защиты спектра, электромагнитной совместимости и беспомеховой работы ГНСС 5](#_Toc6383799)

[2 Контроль условий распространения и приема сигналов ГНСС в части электромагнитной и помеховой обстановки 9](#_Toc6383800)

[2.1 Цели, задачи контроля и контролируемые параметры состояния электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС 9](#_Toc6383801)

[2.2 Предварительный анализ и расчет возможности наличия излучений и помех в полосах частот ГНСС 11](#_Toc6383802)

[2.3 Измерительные задачи и средства измерений для решения задач оценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС 13](#_Toc6383803)

[2.4 Радиомониторинг и комплексная оценка электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС 15](#_Toc6383804)

[3 Контроль параметров радионавигационного поля ГНСС 19](#_Toc6383805)

[3.1 Контролируемые параметры радионавигационного поля 20](#_Toc6383806)

[3.2 Технические средства контроля энергетических характеристик сигналов ГНСС и параметров радионавигационного поля 21](#_Toc6383807)

[4 Испытания в целях обеспечения и оценки помехозащищенности и стойкости навигационной аппаратуры потребителей к ухудшению параметров электромагнитной и помеховой обстановки 23](#_Toc6383808)

[4.1 Испытания и сертификация навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС 23](#_Toc6383809)

[4.2 Испытания и сертификация источников радиоизлучений 24](#_Toc6383810)

[5 Предупреждение ухудшения условий приема навигационных сигналов и разработка помехоустойчивых технологий спутниковых навигационных систем 25](#_Toc6383811)

[6 Международное взаимодействие в интересах обеспечения защиты спектра и беспомеховой работы навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС 26](#_Toc6383812)

[Литература 27](#_Toc6383813)

Введение

Высокий уровень значимости и практического использования услуг глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) предъявляют высокие требования к надёжности и качеству решения навигационных задач. Решение навигационных задач с использованием спутниковых навигационных систем возможно в условиях доступности навигационного поля ГНСС. Доступность навигационного поля ГНСС зависит от условий распространения и приема сигналов ГНСС («ГЛОНАСС» (Россия), GPS (США), Галилео (Евросоюз), BeiDou (Китай)).

К условиям распространения и приема радионавигационных сигналов, влияющим на качество решения навигационных задач относятся электромагнитный шумовой фон, радиопомехи, возможные излучения других радиосредств и источников индустриальных радиопомех. Наличие радиопомех распространению и приему навигационных сигналов и высоких уровней электромагнитного шумового фона может приводить к ограничению возможностей приема сигналов, снижению качества и отказам в решении навигационных задач.

Практические измерения в ряде случаев показывают на наличие источников излучений и помех в полосах частот ГНСС. Действие таких источников излучений подлежит выявлению и прекращению с учетом норм параметров использования радиочастотного спектра, определяемых нормативными документами в области использования радиочастот и радиоэлектронных средств.

Активное применение бытовых подавителей сигналов ГНСС (т.н. «глушилок»), наличие помеховых воздействий в полосах частот ГНСС и возникающие при этом проблемы регулярно отмечаются представителями делегаций Евросоюза, Китая, США и других стран - участников заседаний Международного комитета по глобальным навигационным спутниковым системам (МКГ) и его рабочих групп.

Влияние помех и шумового фона характеризуется динамичностью во времени и пространстве. Уровни помех и шумового фона, а также степень их негативного влияния на качество решения навигационных задач меняются во времени и пространстве как в краткосрочной, так и в длительной перспективе.

В навигационной аппаратуре потребителей (НАП) отсутствует индикация наличия помех приему сигналов ГНСС. В этой связи потребители услуг ГНСС не связывают факты снижения качества и отказов НАП и навигационных задач с помехами и высокими уровнями шумов. Это происходит ввиду того, что существуют и другие возможные причины снижения качества и возникновения отказов НАП и навигационных задач.

Сказанное определяет сложность и важность проблемы негативного влияния помех и уровней электромагнитных шумов на прием радионавигационных сигналов и качество решения навигационных задач. Сказанное определяет также важность сбора и систематизации данных о помехах ГНСС, их источниках и уровнях негативных воздействий, необходимость своевременного выявления высоких уровней шумов, помех и прекращения воздействия помех, а также важность разработки помехоустойчивых технологий спутниковых навигационных систем.

Рекомендации направлены на применение надлежащих мер для обеспечения беспомеховой работы ГНСС в интересах решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС с использованием открытых радионавигационных сигналов ГНСС общего доступа.

Обозначения и сокращения

|  |  |
| --- | --- |
| АФТ | – антенно-фидерный тракт |
| ВЧУ | – высокочастотное устройство |
| ГНСС | – глобальные навигационные спутниковые системы |
| ИИП | – источник индустриальных радиопомех |
| МКГ | – Международный комитет по глобальным навигационным спутниковым системам |
| МСЭ | – Международный Союз Электросвязи |
| НАП | – навигационная аппаратура потребителей |
| НКА | – навигационный космический аппарат |
| РЭС | – радиоэлектронное средство |
| ЭИИМ | – эффективная изотропно излучаемая мощность |
| ЭМП | – электромагнитное поле |
| DOP | – параметры геометрического фактора НКА ГНСС |

1. Общие рекомендации в интересах обеспечения защиты спектра, электромагнитной совместимости и беспомеховой работы ГНСС

Деятельность в области обеспечения защиты спектра радиочастот, электромагнитной совместимости и беспомеховой работы спутниковых навигационных систем должна предусматривать создание и развитие необходимой нормативно-правовой базы, планирование использования радиочастотного ресурса в интересах ГНСС, установление технических норм, проведение испытаний и контроля параметров радиоэлектронных средств, действующих в полосах частот ГНСС и смежных (соседних) полосах частот, контроль среды распространения и приема сигналов ГНСС, контроль параметров радионавигационного поля, проведение испытаний и контроля параметров навигационной аппаратуры потребителей, контроля качества функционирования НАП и навигационных систем потребителей услуг ГНСС, а также совершенствование технологий НАП и спутниковых навигационных систем на основе ГНСС.

Защита спектра, электромагнитная совместимость и беспомеховая работа спутниковых навигационных систем должны обеспечиваться как общими нормативными документами в области использования радиочастотного спектра и радиоэлектронных средств, так и специализированными документами, учитывающими особенности ГНСС и НАП.

Нормативно-правовые документы и практическая деятельность по частотному планированию должны предусматривать частотное планирование в полосах частот ГНСС и смежных полосах частот, в интересах ГНСС и потребителей услуг ГНСС. При этом частотное планирование должно обеспечивать:

- недопущение помех приему сигналов ГНСС от радиосредств других радиослужб;

- недопущение увеличения уровней электромагнитного шумового фона в полосах частот ГНСС.

Нормативно-правовые документы должны:

- предусматривать особый привилегированный статус полос частот ГНСС, включая повышенный уровень защиты полос частот ГНСС от помех распространению и приему сигналов ГНСС. При этом использование полос частот ГНСС должно осуществляться ГНСС и навигационной аппаратурой потребителей на первичной основе;

- предусматривать сертификационные испытания навигационной аппаратуры (приемников) потребителей услуг ГНСС в части их помехозащищенности и помехоустойчивости в том числе с целью установления предельно допустимых значений уровней шумового фона, а также уровней излучений других радиосредств и источников индустриальных помех с учетом обеспечения выполнения требований точности и надежности решения навигационных задач с использованием НАП;

- устанавливать предельные допустимые уровни излучений радиоэлектронных средств (РЭС), высокочастотных устройств (ВЧУ), источников индустриальных помех (ИИП) в полосах частот ГНСС в интересах недопущения повышения уровней электромагнитного шумового фона и возникновения помех распространения и приему сигналов ГНСС, приводящих к снижению качества решения навигационных задач;

- предусматривать сертификационные испытания радиоэлектронных средств, высокочастотных устройств, источников индустриальных помех на предмет соответствия их излучений установленным нормам исходя из условий недопущения увеличения уровней шумового фона и помех распространению и приему сигналов ГНСС, приводящих к снижению качества решения навигационных задач;

- допускать использование в полосах частот ГНСС и совмещенных полосах частот только те типы радиоэлектронных средств, высокочастотных устройств, источников индустриальных помех для которых получены положительные результаты сертификационных испытаний с учетом необходимости обеспечения беспомеховой работы НАП потребителей услуг ГНСС;

- допускать использование генераторов шума, подавителей сигналов ГНСС или генераторов ложных сигналов ГНСС только в особых случаях обеспечения защиты особо охраняемых объектов и обеспечения безопасности людей в местах проведения массовых мероприятий, при наличии террористической угрозы или в иных особых случаях в рамках действующего законодательства.

- определять уполномоченные организации в области практической деятельности в интересах защиты спектра ГНСС от помех распространению и приему сигналов ГНСС.

Уполномоченные организации должны определяться для направлений деятельности в области защиты спектра ГНСС по следующим направлениям:

- частотное планирование в полосах частот ГНСС и совмещенных полосах частот;

- учет действующих радиосредств, высокочастотных устройств и потенциальных источников индустриальных радиопомех в полосах частот ГНСС и совмещенных полосах частот;

- оценка электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, высокочастотных устройств, источников индустриальных помех с радиосредствами ГНСС и НАП в интересах ГНСС и НАП;

- проведение сертификационных испытаний навигационных систем и оборудования потребителей услуг ГНСС (НАП) на устойчивость к электромагнитным шумам и помеховым воздействиям;

- проведение сертификационных испытаний типов радиоэлектронных средств, высокочастотных устройств, источников индустриальных помех на предмет соответствия излучений установленным нормам исходя из условий недопущения увеличения уровней шумового фона и помех распространению и приему сигналов ГНСС;

- контроль параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС путем радиомониторинга в полосах частот ГНСС, выявления и устранения действия помех распространению и приему сигналов ГНСС и высоких уровней электромагнитного шумового фона в полосах частот ГНСС;

- прием заявок от пользователей услуг ГНСС и операторов ГНСС на проведение радиомониторинга полос частот ГНСС в интересах оценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС;

- прием заявок от операторов ГНСС и пользователей услуг ГНСС на поиск и устранение помех распространению и приему сигналов ГНСС;

- ведение баз данных учета помех распространению и приему сигналов ГНСС, включая данные об источниках помех, их принадлежности, местоположении, параметров помеховых воздействий, степени влияния помех на работу НАП и качество решения навигационных задач, а также учета мероприятий и результатов деятельности по выявлению местоположения, принадлежности и устранению действия помех;

- ведение баз данных учета измерений уровней электромагнитного шумового фона в районах использования навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС, учета степени и параметров влияния электромагнитного шумового фона на качество работы НАП, учета мероприятий и результатов деятельности по снижению уровней электромагнитного шумового фона в случаях выявления превышений его предельных значений;

- контроль целостности радионавигационного поля, мониторинг параметров радионавигационного поля, энергетических характеристик и полезного информационного содержания радионавигационных сигналов ГНСС (служебной информации навигационных сообщений), фиксация случаев ухудшения качества навигационного поля, ведение баз данных учета результатов такого мониторинга.

Уполномоченные организации, определенные по направлениям деятельности в области защиты спектра ГНСС должны:

- обеспечивать ведение информационных ресурсов и баз данных по планам и результатам деятельности по указанным выше направлениям;

- предоставлять сервисы, реализующие возможность приема, обработки и выдачи данных, по запросам на предоставление сведений информационных ресурсов баз данных по результатам деятельности по указанным направлениям.

Для этих целей должны разрабатываться и использоваться специализированные форматы и протоколы запросов и экспорта данных:

- о технических средствах и результатах мониторинга и контроля параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС, результатах радиомониторинга в полосах частот ГНСС, результатах выявления и устранения действия помех распространению и приему сигналов ГНСС, результатах выявления повышенных уровней электромагнитного шумового фона;

- о технических средствах и результатах мониторинга параметров навигационного поля, энергетических характеристик и полезного информационного содержания радионавигационных сигналов ГНСС (служебной информации навигационных сообщений).

На национальном уровне должны разрабатываться и утверждаться специальные Регламенты, устанавливающие порядок:

- ведения информационных ресурсов и баз данных по планам и результатам деятельности в области контроля параметров навигационного поля, контроля параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС, включая контроль использования полос частот ГНСС, выявление и устранение действия помех распространению и приему сигналов ГНСС, выявление повышенных уровней электромагнитного шумового фона;

- предоставления сервисов по обработке и выдаче данных по запросам на предоставление сведений информационных ресурсов баз данных по результатам деятельности в области контроля параметров навигационного поля, контроля параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС, выявления и устранения действия помех распространению и приему сигналов ГНСС, повышенных уровней электромагнитного шумового фона, включая форматы и протоколы стандартов запросов и экспорта запрашиваемых данных.

На национальном уровне должны разрабатываться следующие программы:

- программы развития средств, и методик испытаний типов радиоэлектронных средств, высокочастотных устройств, источников индустриальных помех, навигационных систем и аппаратуры потребителей услуг ГНСС в интересах обеспечения устойчивого беспомехового распространения и приема сигналов ГНСС;

- программы развития средств, систем и методик мониторинга параметров радионавигационного поля, мониторинга условий распространения и приема сигналов ГНСС, энергетических уровней и полезного информационного содержания радионавигационных сигналов ГНСС (навигационных сообщений) в интересах обеспечения полноты, точности и достоверности результатов мониторинга.

В интересах обеспечения полноты, точности и достоверности результатов мониторинга параметров радионавигационного поля, энергетических уровней и данных навигационных сообщений сигналов ГНСС, а также условий распространения и приема сигналов ГНСС, необходимо:

- создание и развитие нормативно-правовой базы в области защиты спектра ГНСС;

- создание, развитие и практическое использование специализированных технологий, технических средств, комплексов и автоматизированных территориально-распределенных систем контроля и мониторинга;

- создание, развитие и использование в т.ч. краудсорсинговых технологий сбора и обработки данных о параметрах навигационного поля, параметрах среды распространения и приема сигналов ГНСС, параметрах и показателях качества решения навигационных задач в реальных условиях использования спутниковых навигационных систем.

Нормативно-правовые документы должны определять уполномоченные организации по вопросам международного взаимодействия по указанным направлениям деятельности.

1. Контроль условий распространения и приема сигналов ГНСС в части электромагнитной и помеховой обстановки

В целях обеспечения доступности радионавигационного поля целесообразно осуществление контроля условий распространения и приема сигналов ГНСС в части параметров электромагнитной и помеховой обстановки.

Установление и контроль соблюдения норм параметров электромагнитной и помеховой обстановки является обязательным условием обеспечения поддержания состояния доступности навигационного поля для работы спутниковых навигационных систем потребителей услуг ГНСС и решения навигационных задач.

В случаях выявления ухудшений условий распространения и приема сигналов ГНСС в части параметров электромагнитной и помеховой обстановки должны приниматься оперативные меры по выявлению и устранению причин их возникновения.

**2.1 Цели, задачи контроля и контролируемые параметры состояния электромагнитной** и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС

Цели контроля в полосах частот ГНСС должны заключаться в контроле соблюдения нормальных условий распространения и приема сигналов ГНСС.

В случаях выявления ухудшений условий распространения и приема сигналов ГНСС в части параметров электромагнитной и помеховой обстановки должны приниматься оперативные меры по выявлению и устранению причин их возникновения.

Задачи контроля в полосах частот ГНСС должны включать:

- измерение параметров состояния электромагнитной и помеховой обстановки;

- выявление нарушений нормальных условий распространения и приема сигналов ГНСС;

- формирование указаний на поиск и устранение действия источников радиоизлучений препятствующих приему сигналов ГНСС и нарушающих установленный порядок использования радиочастотного спектра в полосах частот ГНСС;

- формирование отчетов и протоколов по результатам проведенных измерений и оценок соблюдения нормальных условий приема сигналов ГНСС, выявления случаев нарушений, помех и повышения уровней электромагнитного шумового фона.

Состав параметров состояния электромагнитной и помеховой обстановки, определяющих уровень доступности навигационного поля ГНСС для потребителей услуг ГНСС включает следующие группы параметров:

- параметры электромагнитного шумового поля в полосах частот ГНСС;

- параметры состояния занятости и загруженности радиочастотного спектра в полосах частот ГНСС и смежных полосах частот;

- параметры выявленных/обнаруженных излучений в полосах частот ГНСС, данные распознавания и идентификации источников излучений, в т.ч. отнесения их к категории помеховых излучений.

Указанные выше параметры дополняются параметрами условий выполнения измерений и характеристиками измерительного оборудования.

Условия выполнения измерений включают:

- координаты точки места выполнения измерений;

- дата и время начала и окончания проведения измерений;

- высота точки места проведения измерений (измерительной антенны).

Характеристики измерительного оборудования включают:

- данные о производителе, типе и назначении оборудования;

- данные о метрологическом обслуживании оборудования (данные о последней поверке оборудования и о результатах поверки);

- характеристики используемого измерительного приемника (анализатора спектра);

- характеристики антенно-фидерной системы.

Электромагнитный шумовой фон в полосах частот ГНСС в точке проведения измерений характеризуется величинами максимального и среднего уровней шумов в полосах частот ГНСС. Измерения (мониторинг) диапазона частот для этих целей рекомендуется проводить с шагом от 50 до 300 кГц.

Данные измерений/оценок значений уровней шумов в полосах частот ГНСС формируются на основе спектрограмм, получаемых при измерениях уровней напряженности электромагнитного поля (ЭМП) на направленную антенну, и представляются в табличной форме. В случае использования направленных антенн обеспечивается пространственная избирательность получаемых результатов.

**Таблица 2.1 – Уровни электромагнитных шумов в точке \_\_\_\_**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер спектро-граммы | Минимальная частота,  МГц | Максимальная частота,  МГц | Максимальный уровень шума, дБ(мкВ/м) | Средний  уровень шума,  дБ(мкВ/м) |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| … | … | … | … | … |
| Средние значения для спектрограмм: | | |  |  |

Измерения и оценки значений уровней шумов в полосах частот ГНСС могут быть также получены с использованием ненаправленных антенн.

Параметры состояния занятости и загруженности радиочастотного спектра в полосах частот ГНСС в точке проведения измерений включают:

- номиналы и полосы частот, на которых наблюдаются излучения РЭС;

- характеристики интенсивности (расписания, временные графики выхода в эфир и иные временные характеристики активности РЭС) использования номиналов и полос частот, на которых наблюдаются излучения РЭС.

Данные оценки занятости и загруженности радиочастотного спектра в полосах частот ГНСС в точке проведения измерений представляются в виде:

- диаграмм занятости и/или загруженности радиочастотного спектра, отображающих наличие или отсутствие радиоизлучений в полосах частот ГНСС и характеристики интенсивности их действия;

- таблиц/перечней, включающих характеристики источников радиоизлучений в полосах частот ГНСС.

К помеховым излучениям в полосах частот ГНСС необходимо относить любые не идентифицированные излучения, а также излучения идентифицированных РЭС, ВЧУ и ИИП, действующих с нарушениями норм параметров излучений согласно разрешительным документам на использование радиочастот и РЭС и/или излучения, действие которых оказывает негативный эффект на распространение и прием сигналов ГНСС.

Параметры выявленных источников помеховых излучений включают:

- максимальный уровень помехового сигнала на входе антенны измерительного оборудования;

- средний уровень помехового сигнала на входе антенны измерительного оборудования;

- частотный диапазон помехового сигнала;

- спектр и спектральную маску помехового сигнала;

- направление на источник помеховых излучений в азимутальной и угломестной (при необходимости) плоскостях относительно точки места проведения измерений;

- расстояние до источника помеховых излучений в азимутальной и угломестной (при необходимости) плоскостях относительно точки места проведения измерений;

- характеристики источника помеховых излучений (координаты, мощность, для РЭС дополнительно – тип передатчика, характеристики АФТ или ЭИИМ на выходе антенны, высота антенны, диаграмма направленности передающей антенны в азимутальной и угломестной (при необходимости) плоскостях).

Необходимые для проведения контроля предельно допустимые значения (нормы) параметров излучений РЭС, ВЧУ ИИП определяются по результатам испытаний РЭС, ВЧУ ИИП и НАП исходя из требований обеспечения доступности навигационного поля и устойчивой беспомеховой работы навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС.

2**.2 Предварительный анализ и расчет возможности наличия излучений и помех в полосах частот** ГНСС

При оценке условий приема сигналов ГНСС и/или при наличии информации о возможном наличии помех целесообразно проведение предварительного анализа возможности наличия действия источников излучений в точке проведения измерений в полосе частот ГНСС.

Предварительный анализ возможности наличия излучений в полосе радиочастот ГНСС в точке места оценивания осуществляется на основе информации учетных баз данных разрешительных документов на использование радиочастот, РЭС и ВЧУ разрешенных к применению в территориальном районе в окрестности точки места оценивания электромагнитной и помеховой обстановки.

По результатам анализа формируется перечень действующих и разрешенных к применению радиосредств, действие которых может распространяться и наблюдаться в точке места оценивания в полосе частот ГНСС.

Перечень радиосредств, действие которых осуществляется в районе точки места оценивания электромагнитной и помеховой обстановки и может наблюдаться в точке места оценивания должен включать следующие группы радиосредств:

- радиосредства в окрестности точки места оценивания, полоса частот функционирования которых совмещена или пересекается (имеет общие номиналы и/или полосы) с полосой частот ГНСС;

- радиосредства в окрестности точки места оценивания, номиналы радиочастот функционирования которых кратны радиочастотам в полосе частот ГНСС. Действие таких радиосредств может наблюдаться в точке места оценивания вследствие эффектов излучений на частотах гармоник и субгармоник;

- радиосредства, размещенные и функционирующие в заданном районе точки места оценивания, действующие в различных полосах частот и/или с различными номиналами, типов и видов - оказывавшие ранее радиопомехи другим радиосредствам в полосе частот оценивания электромагнитной и помеховой обстановки. Данная группа радиосредств определяется в случае наличия баз данных учета помеховых воздействий действующим радиосредствам;

- другие радиосредства, действующие в районе точки места оценивания электромагнитной и помеховой обстановки и не относящиеся к группам радиосредств 1-3, которые могут быть источниками внеполосных и побочных излучений и могут создавать повышенный уровень шумового фона в полосе частот ГНСС.

Радиосредства, действие которых распространяется и должно наблюдаться в точке места оценивания должны оцениваться по степени воздействия на доступность радионавигационного поля и беспомеховую устойчивую работу навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС. Оценивание выполняется по результатам проведения расчетов прогнозируемых уровней электромагнитного поля от выбранных РЭС в точке оценивания с учетом предельно допустимых уровней их излучений для конкретных типов НАП.

Расчет может проводиться как без учета рельефа местности и типа подстилающей поверхности (лес, река, здание и т.д.), так и с учетом картографических данных. Расчет с учетом картографических данных является более точным. Однако, в отдельных случаях может применяться упрощенный расчет без учета рельефа местности, в результате которого определяется среднестатистический радиус помехового воздействия в заданной полосе частот. При этом на карте отображается окружность зоны помехового воздействия вокруг анализируемой РЭС.

Расчет прогнозируемых уровней ЭМП от выбранных РЭС для точки места оценивания осуществляется на основе Рекомендаций МСЭ по результатам данных о выбранных РЭС, включающих местоположение, мощность излучения, полосы излучаемых частот, характеристики передающих антенн.

При проведении расчетов следует использовать Рекомендации МСЭ [1-4].

Результаты определения номенклатуры и категорирования радиосредств, с разбиением на указанные группы отображаются на цифровой карте местности.

При визуализации на карте местности, радиосредства, действующие в районе точки места оценивания электромагнитной и помеховой обстановки отнесенные к различным группам радиосредств, для наглядности и информативности, могут отображаться на карте местности специальными значками различного цвета.

При визуализации на карте местности, радиосредства, действие которых распространяется на точку места оценивания для наглядности могут обозначаться на карте значками с направленными линиями, прочерченными от местоположения данных радиосредств до точки места оценивания электромагнитной и помеховой обстановки.

Дополнительно к карте формируется таблица, которая содержит перечень выбранных РЭС, их характеристики, координатные данные местоположения или параметры взаимного размещения РЭС по отношению к точке места оценивания, прогнозируемый уровень излучения от РЭС в полосе частот ГНСС в точке места оценивания. Форма таблицы в общем виде имеет следующий вид.

**Таблица 2.2 – Результаты расчета вероятных помех в точке оценивания.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование, шифр, тип, характеристики | Координаты местоположения РЭС и/или параметры местоположения РЭС относительно точки места оценивания (азимут на РЭС относительно точки места оценивания, расстояние до РЭС от точки места оценивания) | Уровень напряженности ЭМП, дБ(мкВ/м) |
|  |  |  |  |

**2.3 Измерительные задачи и средства измерений для решения задач оценки электромагнитной** и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС

На национальном уровне важно наличие действующих измерительных средств и систем, осуществляющих мониторинг в полосах частот ГНСС в интересах оценки параметров условий распространения и приема сигналов ГНСС, оценки динамики и пространственного распределения электромагнитного шумового фона, выявления и прекращения действия несанкционированных источников радиоизлучений и помех.

Требования к составу и характеристикам оборудования, необходимого для проведения измерений в интересах обеспеченияоценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС, определяются с учетом состава измеряемых величин, измерительных задач, диапазонов изменения значений измеряемых величин, условий внешней среды и других условий выполнения измерений в точках места оценивания электромагнитной и помеховой обстановки.

При решении задач оценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС измерительная аппаратура должна обеспечивать возможность решения следующих измерительных задач:

- мониторинг полос частот ГНСС;

- измерение уровней электромагнитного шумового фона;

- измерение уровней излучений (измерение уровней напряженности электромагнитного поля) на фиксированных частотах в заданных полосах частот;

- измерение пиковых уровней излучений в заданных полосах частот;

- измерение средних уровней излучений в заданных полосах частот;

- определение направлений на источники излучений и помех;

- определение координат местоположения источников излучений и помех.

Минимальный необходимый объем измерительных задач в интересах оценки электромагнитной и помеховой обстановки должен включать:

- мониторинг полосы частот ГНСС;

- пошаговые измерения значений уровней излучений на частотах в полосе радиочастот ГНСС.

Другие измеряемые величины могут рассчитываться по результатам вторичной обработки данных результатов прямых пошаговых измерений уровней спектра на фиксированных частотах в полосах частот оценивания электромагнитной и помеховой обстановки.

Измерение уровня шумов проводится в интересах общего анализа шумового фона и использования значений уровня шумов при формировании критериев и правил принятия решений о наличии излучений и помех.

Измерение пикового уровня и среднего уровня излучений проводится с целью последующей общей оценки электромагнитной и помеховой обстановки.

С учетом перечня измерительных задач, в состав измерительной аппаратуры для оценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС должны входить:

- измерительная антенна;

- антенный коммутатор;

- измерительный приемник или анализатор спектра;

- автоматизированное рабочее место со специальным программным обеспечением обработки данных и визуализации результатов измерений и оценок параметров состояния электромагнитной и помеховой обстановки, визуализации спектров и результатов спектральных измерений параметров радиоизлучений и помех, отображения обстановки, процессов и результатов измерений на цифровых картах местности, а также формирования и визуализации необходимых отчетов.

В качестве измерительных антенн возможно использование ненаправленных антенн, направленных измерительных антенн с опорно-поворотным устройством или пеленгаторных антенн.

В случае использования направленных или пеленгаторных антенн возможно получение более информативных оценок с учетом пространственной избирательности и пространственной ориентированности данных результатов оценивания электромагнитной и помеховой обстановки.

Поляризация используемых антенн выбирается с учетом априорной информации о характеристиках потенциальных источников излучений и помех в полосах частот ГНСС в районе места проведения измерений.

В случае использования ненаправленных антенн возможно получение общей оценки уровня электромагнитного шумового фона и оценки наличия излучений и помех в полосе частот ГНСС.

Измерительные приемники, используемые для решения задач измерения уровня шумового фона должны соответствовать требованиям, приведенным в Рекомендации ITU-R SM.1753-2. «Методы измерения радиошума» [5].

Измерительные приемники, используемые для решения задач мониторинга радиочастотного спектра в полосах частот ГНСС могут выбираться в т.ч. с учетом требований ГОСТ Р 53373-2009 «Оборудование станций радиоконтроля приемное автоматизированное» [6].

Для мониторинга в полосах частот ГНСС предпочтительно использование анализаторов спектра реального времени. Обработка сигналов в реальном времени позволяет обнаруживать события, которые не могут быть зарегистрированы анализаторами с другой архитектурой.

2.4 Радиомониторинг и комплексная оценка электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС

При планировании и проведении радиомониторинга в полосах частот ГНСС необходимо учитывать действующие ограничения и запреты на использование полос частот ГНСС другими радиосредствами других радиослужб, а также высокую чувствительность навигационной аппаратуры потребителей к повышенным уровням электромагнитного шумового фона и излучениям РЭС других радиослужб.

Цели и задачи радиомониторинга полос частот ГНСС должны быть направлены на контроль и подтверждение нормальных условий распространения и приема сигналов ГНСС, выявление нарушений нормальных условий распространения и приема сигналов ГНСС, а также поиск и устранение причин их возникновения.

В этой связи в ходе радиомониторинга полос частот ГНСС могут решаться следующие задачи радиоконтроля:

- контроль занятости и загруженности полос частот ГНСС для определения фактов наличия помех и сигналов РЭС других радиослужб;

- мониторинг полос частот ГНСС, обнаружение излучений, спектральные измерения параметров обнаруженных излучений, распознавание выявленных излучений по учетной базе данных разрешенных к применению РЭС, категорирование излучений в т.ч. как помеховых, незаконно действующих и/или действующих с нарушениями установленного порядка и правил использование радиочастотного спектра;

- оценка электромагнитной обстановки посредством пространственного сканирования спектра в полосе частот ГНСС с использованием направленных антенн, построения диаграмм пространственного распределения энергии излучений в точке места проведения измерений, анализа диаграмм на предмет контроля соблюдения норм параметров радиоэлектронной и электромагнитной обстановки (Пример - см. Приложение 7 к Отчету ITU-R WP1C [7]);

- поиск и устранение действия помех радиоприему сигналов ГНСС при наличии заявок пользователей услуг ГНСС на поиск и устранение помех радиоприему сигналов ГНСС и при выявлении помеховых излучений в ходе мониторинга в полосах частот ГНСС.

Оценка электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот ГНСС выполняется в точках места проведения оценивания. Точки места оценивания выбираются с учетом априорной информации о возможности наличия излучений, оказывающих негативное влияние на распространение и прием сигналов ГНСС. Точки места оценивания могут выбираться также при необходимости проверки и подтверждения нормальных условий распространения и приема сигналов ГНСС.

Электромагнитная и помеховая обстановка в точках места оценивания определяется наличием и пространственным распределением энергии излучений в полосах частот ГНСС.

Пространственное распределение энергии излучений в полосах частот ГНСС определяется пространственным распределением радиосредств и других источников излучений.

Оценивание уровней прихода энергии излучений по направлениям прихода (азимуту, углу места) в точке места оценивания осуществляется по результатам избирательного пространственного сканирования спектра в полосе частот ГНСС с использованием направленных антенн.

Пространственное сканирование спектра направленными антеннами в точке места проведения измерений осуществляется:

- в азимутальной плоскости точки места оценивания - для анализа наземных излучений;

- в полусфере точки места оценивания по азимуту и углу места - для анализа излучений из воздушного и космического пространства;

- в полусфере точки места оценивания по азимуту и углу места - для комплексного анализа наземных излучений, излучений из воздушного пространства, а также излучений из космического пространства.

Задачи пространственного сканирования распределения излучений в полосе частот ГНСС и последующего анализа получаемых при этом результатов предусматривают:

- формирование исходных данных в виде спектров, получаемых с использованием направленных антенн посредством пошагового пространственного сканирования по направлениям сканирования по азимутам и углам места;

- оценку значений интегральных энергетических параметров наблюдаемых спектров по азимутальным направлениям;

- построение диаграммы распределения интегральных энергетических параметров наблюдаемых спектров по направлениям прихода энергии излучений по азимуту и углу места;

- оценку электромагнитной обстановки и помеховой обстановки с учетом распределения энергетических уровней излучений по азимуту и углу места с учетом норм энергетических уровней излучений и шумов;

- оценку наличия и плотности пространственного распределения источников радиоизлучений и помех, определение направлений на источники излучений и их местоположения;

- измерения спектральных параметров выявленных излучений и помех.

Определение интегральных энергетических характеристик (параметров) спектра в заданной полосе частот осуществляется для каждого сохраненного спектра по азимуту и углу места (по азимутальному направлению).

Интегральные энергетические характеристики излучений в наблюдаемой полосе частот для каждого сохраненного спектра должны включать значение уровня электромагнитного шумового фона, пиковое значение уровня спектра в наблюдаемой полосе частот, а также среднее значение уровня спектра в наблюдаемой полосе частот.

Интегральные энергетические характеристики спектра в наблюдаемой полосе частот для каждого спектра могут быть получены непосредственно в результате прямых измерений или могут быть получены в результате вторичной обработки данных результатов первичных измерений расчетным путем по данным пошаговой оценки значений энергетических уровней излучений в заданной полосе частот.

Электромагнитная и помеховая обстановка в полосе частот ГНСС в точке места оценивания характеризуется диаграммами пространственного распределения излучений и направлений прихода энергии спектра.

Диаграммы пространственного распределения излучений и направлений прихода энергии спектра строятся для каждой точки места измерений.

Диаграммы строятся по результатам измерений или расчетов значений пикового уровня излучений, среднего уровня излучений и уровня электромагнитного шумового фона определяемых для каждого наблюдаемого спектра по каждому направлению по азимуту и углу места.

Для случаев анализа излучений и выявления помех от наземных источников излучений строятся диаграммы азимутального кругового обзора. Диаграммы представляют интегральные данные о энергетических воздействиях в точке места оценивания с учетом азимутов направления прихода энергии излучений в заданных полосах частот. Центр плоскости диаграммы соответствует координатам точки места оценивания.

Для случаев анализа излучений и выявления помех от источников излучений воздушного и космического базирования строятся диаграммы обзора энергетических воздействий в полусфере с центром основания полусферы в точке места оценивания. Диаграммы представляют интегральные данные о направлениях прихода и уровнях энергии излучений в наблюдаемых полосах частот по азимутам и углам места. Центр полусферы плоскости диаграммы соответствует координатам точки места оценивания.

При построении диаграмм координатные направления по азимуту и углу места оцифровываются значениями энергетических уровней. На оцифрованные координатные направления наносятся данные значений пикового уровня излучений, среднего уровня излучений и уровня электромагнитного шумового фона определяемые для каждого наблюдаемого спектра по каждому направлению по азимуту и углу места. Точки значений указанных интегральных энергетических характеристик (параметров) спектра для каждой характеристики соединяются образующими диаграмму линиями. Методика и примеры оценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосе частот ГНСС на основе диаграмм для случаев пространственного сканирования направленной антенной на основе данных обобщенных энергетических параметров спектров по азимуту и углу места представлены в Приложении 7 к Отчету ITU-R WP1C [7].

Пространственная избирательность обобщенных энергетических характеристик спектров на диаграммах и совмещение диаграмм с цифровыми картами местности способствуют оперативной оценке электромагнитной и помеховой обстановки, а также определению наличия и направлений на источники излучений и помех.

Общая оценка электромагнитной и помеховой обстановки, а также правила принятия решений об обнаружении излучений и помех основываются на анализе превышений пиковых и средних уровней излучений над уровнем шумов по направлениям прихода энергии излучений.

Величины разностей значений пиковых значений уровней излучений, средних значений уровней излучений и уровней шумового фона по направлениям прихода энергии излучений по азимутам и углам места нормируются для целей использования норм разностей:

- для обнаружения источников излучений и помех и категорирования состояний электромагнитной и помеховой обстановки;

- для определения оценок плотности загруженности спектра и плотности распределения радиосредств в окрестности точки места оценивания.

Обнаружение источников радиоизлучений и помех на диаграммах определяется величинами и соотношениями разностей значений пиковых значений уровней спектра, средних значений уровней спектра и уровней шумового фона по направлениям прихода энергии излучений по азимутам и углам места.

Результаты оценки электромагнитной и помеховой обстановки в территориальных районах могут представляться в виде карт распределения уровней электромагнитного шумового фона, карт пиковых и средних значений уровней излучений спектра в полосе частот ГНСС, карт местоположения источников излучений и/или плотности помеховых воздействий в полосе частот ГНСС.

Пространственное сканирование спектров излучений направленными антеннами в полосах частот ГНСС в точках места проведения измерений может дополняться данными спектральных измерений с использованием ненаправленных антенн. Получаемый с использованием ненаправленной антенны совокупный спектр в точке места проведения измерений может дополнять оценки и результаты измерений получаемые с использованием направленных антенн. Получаемый с использованием ненаправленной антенны спектр способствует формированию общих выводов о состоянии электромагнитной и помеховой обстановки в точке места проведения измерений.

1. Контроль параметров радионавигационного поля ГНСС

В целях оценки состояния эксплуатационной готовности ГНСС и доступности радионавигационного поля потребителям услуг ГНСС необходимы организация и осуществление контроля параметров навигационного поля.

Контроль параметров радионавигационного поля должен осуществляться с учетом норм параметров радионавигационного поля, устанавливаемых для ГНСС и декларируемых нормативно-техническими документами и операторами ГНСС.

При условии нормальных параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС нормы параметров радионавигационного поля являются комплексной характеристикой качества функционирования ГНСС.

Соответствие параметров навигационного поля установленным нормам является индикатором состояния эксплуатационной готовности ГНСС.

Нормы параметров радионавигационного поля должны определяться с учетом возможностей навигационных космических аппаратов (НКА) исходя из условий и требований обеспечения заданного уровня качества функционирования НАП и решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС.

В целях обеспечения высоких уровней информативности и достоверности получаемых результатов, контроль параметров радионавигационного поля должен осуществляться совместно с контролем параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС, включая контроль параметров электромагнитной и помеховой обстановки.

В случаях выявления ухудшений параметров радионавигационного поля должны приниматься оперативные меры по выявлению и устранению причин их возникновения.

При ухудшениях параметров радионавигационного поля, в случаях, если при этом не выявляются нарушения условий распространения и приема сигналов ГНСС в части параметров электромагнитной и помеховой обстановки необходимо направление соответствующих уведомлений в адрес уполномоченных организаций (операторам ГНСС и/или др.) и проведение анализа состояния функционирования доступных навигационных космических аппаратов в части оценки наличия, полноты и достоверности данных навигационных сообщений и целостности ГНСС.

При ухудшениях параметров навигационного поля, в случаях, если при этом выявляются нарушения условий распространения и приема сигналов ГНСС в части параметров электромагнитной и помеховой обстановки целесообразно направление соответствующих уведомлений в организации, уполномоченные на национальном уровне для решения задач радиоконтроля, поиска и устранения помех радиоприему в полосах частот ГНСС.

3.1 Контролируемые параметры радионавигационного поля

Навигационное поле ГНСС в заданной точке пространства определяется совокупностью сигналов навигационных космических аппаратов ГНСС [8].

Контролируемые параметры радионавигационного поля образуются совокупностью параметров радионавигационных сигналов НКА.

Контролируемые параметры радионавигационных сигналов ГНСС включают энергетические характеристики и спектральные параметры сигналов, а также полезные данные навигационных сообщений, используемые для решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС в точке контроля параметров навигационных сигналов и оценки доступности навигационного поля ГНСС.

В интересах оценки качества радионавигационного поля перечень контролируемых параметров радионавигационного поля дополняется также параметрами геометрического фактора ГНСС в точке места контроля в период времени проведения контроля.

При проведении контроля параметров навигационных сигналов ГНСС определяется количество и перечень доступных НКА, достаточность энергетических и спектральных параметров излучений ГНСС и достаточность совокупности данных навигационных сообщений в точке места контроля для решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС с требуемым качеством.

При проведении контроля дополнительно фиксируются координаты места проведения измерений и контроля, время, типы и метрологические характеристики используемого измерительного оборудования, а также высота подвеса используемых антенн.

Совокупные сигналы НКА образуют в заданной точке пространства совокупный спектр сигналов ГНСС.

Объектами контроля являются энергетические характеристики и спектральные параметры сигналов НКА ГНСС в точке проведения измерений и оценки доступности навигационного поля.

При использовании направленных антенн объектами контроля являются энергетические характеристики и спектральные параметры отдельных НКА ГНСС в точке проведения измерений и оценки доступности навигационного поля.

При использовании ненаправленных антенн объектами контроля являются энергетические и интегральные спектральные характеристики совокупности сигналов доступных НКА ГНСС в точке проведения измерений, контроля и оценки доступности радионавигационного поля.

Совокупные сигналы НКА ГНСС образуют в заданной точке пространства информационное поле данных навигационных сообщений, используемых для решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС.

Объектом контроля является полная совокупность данных навигационных сообщений потенциально доступных сигналов НКА ГНСС в точке проведения измерений и оценки качества, состояния эксплуатационной готовности и доступности радионавигационного поля, с учетом геометрического фактора ГНСС и данных навигационных сообщений каждого потенциально доступного НКА ГНСС.

В ходе контроля оценивается доступность, целостность, полнота и достоверность данных навигационных сообщений НКА ГНСС с учетом требований Интерфейсных контрольных документов [9-13], параметры геометрического фактора ГНСС, параметры непрерывности обеспечения НАП навигационными сообщениями и длительность интервалов времени затрачиваемых на решение навигационных задач с требуемой точностью.

3.2 Технические средства контроля энергетических характеристик сигналов ГНСС и параметров радионавигационного поля

В целях обеспечения полноты и достоверности получаемых результатов, задачи оценки и контроля условий распространения и приема сигналов ГНСС и качества решения навигационных задач в реальных условиях применения НАП должны решаться с использованием специализированных технических средств, осуществляющих комплексно совместные измерения и контроль:

- параметров условий распространения и приема радионавигационных сигналов ГНСС;

- энергетических и спектральных характеристик радионавигационных сигналов космических аппаратов ГНСС,

- доступности радионавигационного поля ГНСС, включая доступность, полноту, целостность и достоверность данных навигационных сообщений космических аппаратов ГНСС;

- характеристик точности, непрерывности функционирования НАП, а также временных интервалов, необходимых для решения навигационных задач с заданной точностью.

Измерительная система контроля качества навигационных сигналов, включая контроль энергетических и спектральных характеристик сигналов ГНСС должна включать узконаправленную антенну, поляризация которой согласована с поляризацией радионавигационных сигналов, опорно-поворотное устройство, дополнительные устройства фильтрации и усиления навигационных сигналов, измерительный приемник или анализатор спектра для решения задач контроля энергетических и спектральных характеристик навигационных сигналов космических аппаратов.

Измерительная система контроля качества навигационных сигналов должна обеспечивать функциональную возможность наведения измерительной антенны на задаваемый навигационный космический аппарат.

Измерительная система контроля параметров радионавигационного поля ГНСС должна включать высокоточные средства измерений географических координат точек места проведения измерений, измерительные антенны и высокоточные навигационные приемники сигналов ГНСС, предоставляющие всю необходимую информацию о содержании навигационных сообщений доступных космических аппаратов ГНСС для целей оценки состояния доступности НКА, а также полноты и достоверности данных доступных навигационных сообщений.

Измерительная система контроля параметров радионавигационного поля ГНСС должна обеспечивать прием и обработку навигационных сигналов ГНСС, а также сигналов функциональных дополнений ГНСС.

Измерительная система контроля качества навигационных сигналов и параметров радионавигационного поля ГНСС дополнительно должна включать устройства сбора, обработки, хранения и визуализации данных на базе специализированного компьютера, общее и специальное программное обеспечение, блоки питания, соединительные кабели и необходимую документацию.

В целях обеспечения проведения измерений и контроля технические средства контроля качества навигационных сигналов и радионавигационного поля ГНСС должны обеспечивать расчет для каждой точки места проведения измерений зон видимости навигационных КА ГНСС, доступности НКА (времени, азимута и угла места направлений на НКА ГНСС), а также значений параметров геометрических факторов снижения точности местоопределения (DOP-параметров геометрического взаиморасположения спутников относительно точки места проведения измерений).

Измерительная система контроля качества навигационных сигналов и параметров радионавигационного поля ГНСС при необходимости должна применяться как в статическом режиме в заданных фиксированных точка пространства, так и в динамическом режиме в движении по заданному маршруту.

Технические средства контроля качества навигационных сигналов и радионавигационного поля ГНСС в ходе проведения измерений должны обеспечивать фиксацию следующих параметров и характеристик:

- время, координаты места проведения измерений, высота местоположения используемых антенн;

- список/перечень (номера) и расположение доступных НКА на небесной сфере в системе координат «азимут-угол места» относительно точки места проведения измерений;

- полезное информационное содержание навигационных сигналов доступных космических аппаратов ГНСС (эфемеридной информации, частотно-временной информации, информации альманаха ГНСС);

- энергетических и спектральных характеристик сигналов доступных НКА;

- характеристик точности решения навигационных задач с учетом используемых навигационных приемников, а также с учетом и/или без использования функциональных дополнений ГНСС, а также интервалов времени затрачиваемых на решение навигационных задач с требуемой точностью.

1. Испытания в целях обеспечения и оценки помехозащищенности и стойкости навигационной аппаратуры потребителей к ухудшению параметров электромагнитной и помеховой обстановки

4.1 Испытания и сертификация навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС

Для оценки уровней стойкости навигационной аппаратуры потребителей к ухудшению параметров электромагнитной и помеховой обстановки целесообразно организация проведения специальных испытаний.

В ходе испытаний должны устанавливаться предельно допустимые параметры электромагнитной и помеховой обстановки как факторов среды распространения и приема сигналов ГНСС, в пределах которых выполняются требования к качеству функционирования НАП и решения навигационных задач.

Испытания могут проводиться разработчиками НАП, изготовителями НАП, а также специализированными лабораториями и органами по сертификации НАП.

Испытания могут проводиться как в лабораторных условиях, так и в местах использования НАП по целевому назначению.

В ходе проведения испытаний условия распространения и приема сигналов ГНСС в части электромагнитного шумового фона, различных типов помеховых воздействий, ложных навигационных сигналов и их комбинации должны формироваться с использованием высокоточных генераторов излучений и радиосигналов.

Испытания могут проводиться в условиях реального радионавигационного поля ГНСС и/или в лабораторных условиях моделирования с использованием специальных имитаторов сигналов идентичных сигналам ГНСС с учетом геометрического фактора созвездия НКА.

Получаемые в ходе испытаний данные измерений параметров электромагнитного шумового поля и помех совместно с данными измерений и оценок характеристик качества функционирования НАП и решения навигационных задач должны использоваться для установления предельно допустимых уровней излучений и помех, в пределах которых обеспечиваются различные уровни и требуемое качество функционирования НАП.

В целях обеспечения комплектования навигационных систем потребителей услуг ГНСС оборудованием НАП целесообразно ведение специального Реестра типов НАП и результатов испытаний НАП на стойкость к ухудшению параметров электромагнитной и помеховой обстановки.

Реестр типов НАП и результатов испытаний НАП на стойкость к ухудшению параметров электромагнитной и помеховой обстановки должен вестись уполномоченными организациями.

4.2 Испытания и сертификация источников радиоизлучений

В ходе испытаний источников радиоизлучений, включая радиоэлектронные средства, высокочастотные устройства и источники индустриальных радиопомех в соответствии с действующим законодательством в области регулирования использования радиочастотного спектра и РЭС следует уделять особое внимание оценке наличия и уровней излучений РЭС, ВЧУ и ИИП в полосах частот ГНСС.

Сведения о возможности внеполосных, побочных, паразитных излучений и помех от РЭС, ВЧУ, ИИП в полосах частот ГНСС, а также о наличии влияния излучений РЭС, ВЧУ, ИИП на уровни электромагнитного шумового фона в полосах частот ГНСС должны декларироваться в ходе испытаний РЭС, ВЧУ, ИИП.

Указанные сведения должны сообщаться уполномоченным организациям по вопросам спутниковых навигационных систем и в области радиоконтроля и обеспечения поиска и устранения действия помех радиоприему в полосах частот ГНСС для включения в базу данных источников потенциальных помеховых излучений.

1. Предупреждение ухудшения условий приема навигационных сигналов и разработка помехоустойчивых технологий спутниковых навигационных систем

В целях снижения влияния ухудшений параметров электромагнитной и помеховой остановки на качество решения навигационных задач необходимо:

- создание и развитие помехоустойчивых технологий спутниковых навигационных систем;

- создание и использование технических средств и системы мониторинга параметров среды распространения и приема сигналов ГНСС, параметров радионавигационного поля, параметров и показателей качества решения навигационных задач в реальных условиях использования спутниковых навигационных систем;

- создание центров сбора и обработки данных о состоянии условий распространения и приема сигналов ГНСС и состоянии радионавигационного поля с возможностями распространения формализованной информации о состоянии и ухудшениях условий распространения и приема сигналов ГНСС в территориальных районах для принятия решений о необходимости корректировки порядка и планов координатно-зависимых технологий и видов деятельности (изменений сроков и/или маршрутов движения и др.);

- создание и использование НАП с встроенными функциональными возможностями оценки и сигнализации ухудшения условий приема навигационных сигналов ГНСС, а также передачи такой информации в специальные центры сбора и обработки данных о состоянии условий распространения и приема сигналов ГНСС.

Направления обеспечения помехоустойчивости спутниковых навигационных систем должны включать:

- разработку и использование НАП с повышенной избирательностью радионавигационных сигналов и с меньшей чувствительностью к уровням излучений других радиосредств других радиослужб и уровням электромагнитного шумового фона;

- разработку и использование многоканальной многосистемной НАП обеспечивающей одновременный прием и совместную обработку сигналов различных ГНСС;

- разработку и использование НАП с возможностями обнаружения, индикации и сигнализации ухудшения условий приема навигационных сигналов ГНСС;

- разработку и использование НАП с функциями приема информации об ухудшении условий распространения и приема сигналов ГНСС информированием пользователей НАП потребителей услуг ГНСС.

1. Международное взаимодействие в интересах обеспечения защиты спектра и беспомеховой работы навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС

Обеспечение защиты спектра радиочастот, электромагнитной совместимости и беспомеховой работы спутниковых навигационных систем должно осуществляться в условиях международного взаимодействия и координации деятельности в данной области.

В рамках деятельности МСЭ следует:

- поддерживать сохранение в Регламенте радиосвязи и Рекомендациях МСЭ особого статуса ГНСС с учетом признания аспектов безопасности, требующих специальных мер по обеспечению ограждения от вредных помех.

- поддерживать сохранение/улучшение условий использования в Регламенте радиосвязи полос частот, распределенных для ГНСС, а также распределение им возможных новых полос частот.

В рамках международного сотрудничества и в рамках деятельности МСЭ необходимо обмениваться данными о помехах ГНСС, их источниках, параметрах, степени влияния на качество решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС.

Систематизированная статистика данных о помехах спутниковым навигационным системам, о степени влияния помеховых воздействий и уровней электромагнитных шумов на прием навигационных сигналов и качество решения навигационных задач должна быть направлена на выработку рекомендаций, способствующих предупреждению помеховых воздействий, их своевременному выявлению и прекращению их действия.

На национальном уровне субъекты взаимодействия в области защиты спектра радиочастот, электромагнитной совместимости и беспомеховой работы спутниковых навигационных систем должны включать операторов ГНСС, пользователей услуг ГНСС, а также организации, уполномоченные по направлениям деятельности согласно п.1 настоящих Рекомендаций.

В рамках взаимодействия, в целях обеспечения готовности и эффективности деятельности в области обнаружения и прекращения действия помех в полосе частот ГНСС, целесообразно осуществлять обмен данными о потенциальных помеховых воздействиях, о результатах выявления и прекращения действия помех, о параметрах помеховых излучений, а также о степени влияния выявленных помеховых воздействий и уровней электромагнитного шумового фона на работу НАП и качество решения навигационных задач потребителями услуг ГНСС.

Обмен данными целесообразно осуществлять с использованием согласованных унифицированных параметрических обменных форматов данных, учитывающих специфику работы ГНСС, а также специфику работы НАП, навигационных задач и условий распространения и приема сигналов ГНСС.

Для защиты приемников ГНСС от источников помех, не относящихся к ГНСС, включая нежелательные излучения, необходимо руководствоваться Рекомендацией 12S-1 Международного комитета по ГНСС ООН [14], а также защитными критериями, указанными в актуальных версиях Рекомендаций МСЭ-R M.1902, M.1903, M.1905 [15,16,17].

Литература

1. Рекомендация ITU-R P.1546-5 (09/2013). Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц.

2. Рекомендация ITU-R P.1812-4 (07/2015). Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб "из пункта в зону" в диапазонах УВЧ и ОВЧ.

3. Рекомендация ITU-R SM.1541-6 (08/2015). Нежелательные излучения в области внеполосных излучений.

4. Рекомендация ITU-R SM.329-12 (09/2012). Нежелательные излучения в области побочных излучений.

5. Рекомендация ITU-R SM.1753-2 (09/2012). Методы измерения радиошума.

6. ГОСТ Р 53373-2009. Оборудование станций радиоконтроля приемное автоматизированное. Технические требования и методы испытаний.

7. Проект отчета ITU-R SM.[Meas-GNSS]. Оценка электромагнитной обстановки в полосах частот ГНСС - Приложение 7 к отчету ITU-R WP1C https://www.itu.int/md/R15-WP1C-C-0169/en.

8. ГОСТ Р 52865-2009. Глобальная навигационная спутниковая система. Параметры радионавигационного поля. Технические требования и методы испытаний.

9. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1, L2 (Редакция 5.1). 2008 г.

10. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Общее описание системы с кодовым разделением сигналов (Редакция 1.0). 2016 г.

11. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L1 (Редакция 1.0). 2016 г.

12. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L2 (Редакция 1.0). 2016 г.

13. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L3 (Редакция 1.0). 2016 г.

14. Рекомендация 12S-1 Международного комитета по ГНСС «Защитные критерии РНСС». 2017 г.

15. Рекомендация ITU-R M.1902-0 (01/2012). Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 МГц.

16. Рекомендация ITU-R M.1903-0 (01/2012). Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля) и приемников воздушной радионавигационной службы, работающих в полосе 1559–1610 МГц.

17. Рекомендация ITU-R M.1905-0 (01/2012). Характеристики и критерии защиты для приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе частот 1164–1215 МГц.