Рекомендация МСЭ-R RS.2105-2

(12/2023)

Серия RS: Системы дистанционного зондирования

Типовые технические и эксплуатационные характеристики систем спутниковой службы исследования Земли (активной), использующих распределения между 432 МГц и 238 ГГц



**Предисловие**

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

**Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)**

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/ru>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |
| --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**(Представлены также в онлайновой форме по адресу: <https://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.) |
| **Серия** | **Название** |
| **BO** | Спутниковое радиовещание |
| **BR** | Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения |
| **BS** | Радиовещательная служба (звуковая) |
| **BT** | Радиовещательная служба (телевизионная) |
| **F** | Фиксированная служба |
| **M** | Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы |
| **P** | Распространение радиоволн |
| **RA** | Радиоастрономия |
| **RS** | **Системы дистанционного зондирования** |
| **S** | Фиксированная спутниковая служба |
| **SA** | Космические применения и метеорология |
| **SF** | Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы |
| **SM** | Управление использованием спектра |
| **SNG** | Спутниковый сбор новостей |
| **TF** | Передача сигналов времени и эталонных частот |
| **V** | Словарь и связанные с ним вопросы |

|  |
| --- |
| ***Примечание****. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.* |

*Электронная публикация*Женева, 2024 г.

© ITU 2024

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R RS.2105-2

Типовые технические и эксплуатационные характеристики
систем спутниковой службы исследования Земли (активной),
использующих распределения между 432 МГц и 238 ГГц

(2017-2021-2023)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены типовые технические и эксплуатационные характеристики систем спутниковой службы исследования Земли (активной), использующих распределения между 432 МГц и 238 ГГц, для применения в исследованиях совместного использования частот и совместимости.

Ключевые слова

ССИЗ (активная), спутниковая служба исследования Земли, дистанционное зондирование, радар с синтезированной апертурой, высотомеры, радар контроля осадков, рефлектометры, радар профилирования облачности

Сокращения/глоссарий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ARNS | Aeronautical radionavigation service | ВРНС | Воздушная радионавигационная служба |
| CPR | Cloud profile radar |  | Радар профилирования облачности |
| EESS | Earth exploration-satellite service | ССИЗ | Спутниковая служба исследования Земли |
| e.i.r.p. | Effective isotropically radiated power | э.и.и.м. | Эквивалентная изотропно излучаемая мощность |
| FM | Frequency modulation | ЧМ | Частотная модуляция |
| IFOV | Instantaneous field of view |  | Мгновенное поле обзора |
| LHCP | Left hand circular | ЛСКП | Левосторонняя круговая поляризация |
| LFM | Linear FM | ЛЧМ | Линейная частотная модуляция |
| LST | Local solar time |  | Местное солнечное время |
| LRM | Low resolution mode |  | Режим низкого разрешения |
| Non-GSO | Non-geostationary satellite orbit | НГСО | Негеостационарная спутниковая орбита |
| NSS | Non-sun-synchronous | НСС | Несолнечно-синхронная |
| pfd | Power flux-density | п.п.м. | Плотность потока мощности |
| PRF | Pulse Repetition Frequency |  | Частота повторения импульсов |
| RF | Radio frequency | РЧ | Радиочастота |
| RHCP | Right hand circular | ПСКП | Правосторонняя круговая поляризация |
| SRS | Space research service | СКИ | Служба космических исследований |
| SSO | Sun-synchronous | ССО | Солнечно-синхронная |
| SAR | Synthetic aperture radars | РСА | Радары с синтезированной апертурой |

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

*a)* что системы наблюдения спутниковой службы исследования Земли (ССИЗ) (активной) могут принимать излучения от активных служб;

*b)* что в определенных полосах ССИЗ (активной) частоты распределены для совместного использования с другими активными службами;

*c)* что в рамках МСЭ-R проводятся исследования, касающиеся защиты систем ССИЗ (активной) и защиты от таких систем;

*d)* что для проведения исследований по совместимости и совместному использованию частот с системами ССИЗ (активной) должны быть известны технические и эксплуатационные характеристики этих систем,

признавая,

*a)* что в Рекомендации [МСЭ-R RS.577](https://www.itu.int/rec/R-REC-RS.577/en) приводятся данные о ширине полос для систем активных датчиков, которые предполагается использовать в распределенных полосах частот между 432 МГц и 238 ГГц;

*b)* что в ряде Рекомендаций и Отчетов МСЭ-R приводятся данные о текущих и будущих характеристиках систем ССИЗ (активной), работающих в нескольких полосах частот (см. таблицу 2 Приложения),

рекомендует

в исследованиях, касающихся систем ССИЗ (активной), которые используют распределения между 432 МГц и 238 ГГц, учитывать технические и эксплуатационные параметры, представленные в Приложении к данной Рекомендации.

Приложение

Типовые технические и эксплуатационные параметры
систем спутниковой службы исследования Земли (активной),
использующих распределения между 432 МГц и 238 ГГц

СОДЕРЖАНИЕ

*Стр.*

[1 Введение 3](#_Toc108879254)

[2 Типы активных датчиков и их типовые характеристики 3](#_Toc108879255)

[3 Типовые орбиты 4](#_Toc108879256)

[4 Критерии качества и помехоустойчивости активных датчиков 4](#_Toc108879257)

[5 Вопросы совместного использования частот активными датчиками 5](#_Toc108879258)

[6 Определения параметров 7](#_Toc108879259)

[7 Параметры стандартных систем 12](#_Toc108879260)

# 1 Введение

При дистанционном зондировании Земли и ее атмосферы при помощи спутников исследования Земли и метеорологических спутников в определенных полосах частот, распределенных спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (активной), применяются активные датчики. Данные, полученные этими активными датчиками, широко применяются в метеорологии, климатологии и других отраслях науки для целей эксплуатации и в научных целях.

Технические и эксплуатационные параметры, представленные в настоящей Рекомендации, следует учитывать в исследованиях, касающихся систем ССИЗ (активной), которые используют распределения между 432 МГц и 238 ГГц. Однако необходимо отметить, что некоторые системы ССИЗ (активной) находятся сейчас в стадии разработки, и приведенные здесь типовые значения определенных параметров следует считать предварительными, так как они могут измениться.

# 2 Типы активных датчиков и их типовые характеристики

В настоящей Рекомендации рассматривается пять типов активных бортовых космических датчиков.

Тип 1. Радары с синтезированной апертурой (РСА) – датчики, ориентированные по одну сторону от траектории надира и собирающие данные об изменении по фазе и во времени когерентного радиолокационного эхо-сигнала, на основе которых можно получить радиолокационный снимок поверхности Земли или ее топографическое изображение по данным интерферометрии.

Тип 2. Высотомеры – датчики, ориентированные на надир, которые измеряют точное время между событием передачи сигнала и событием его приема для получения точных данных о высоте уровня мирового океана.

Тип 3. Рефлектометры – датчики, ориентированные под различными углами обзора относительно траектории надира и измеряющие изменение мощности эхо-сигнала в зависимости от угла ориентации для определения шероховатости земной поверхности или направления и скорости ветра над поверхностью мирового океана.

Тип 4. Радары контроля осадков – датчики, сканирующие перпендикулярно траектории надира и измеряющие радиолокационный эхо-сигнал от дождевых осадков для определения их интенсивности над поверхностью Земли и трехмерной структуры таких осадков.

Тип 5. Радары профилирования облачности – датчики, ориентированные на надир и измеряющие радиолокационный эхо-сигнал от облаков для определения профиля отражательной способности облаков над поверхностью Земли.

Некоторые типовые характеристики активных бортовых космических датчиков приведены ниже в таблице 1. Фактические характеристики систем, работающих в полосах частот, которые указаны в пункте 7 настоящей Рекомендации, могут существенно отличаться от типовых, приведенных в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Типовые характеристики активных бортовых космических датчиков

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Тип датчика |
| РСА | Высотомер | Рефлектометр | Радары контроля осадков | Радары профилирования облачности |
| Зона обслуживания | Суша, океан, прибрежные районы | Океан, ледовый покров, прибрежные районы, внутренние воды | Океан, ледовый покров, суша, прибрежные районы | Суша, океан | Суша, океан |
| Тип луча антенны | Веерный | Иглообразный | – Веерные лучи– Иглообразные лучи | Иглообразный | Иглообразный |

ТАБЛИЦА 1 (*окончание*)

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Тип датчика |
| РСА | Высотомер | Рефлектометр | Радары контроля осадков | Радары профилирования облачности |
| Геометрические характеристики обзора | Боковой обзор под углом 10–60 к надиру | – Обзор в надир– Обзор под несколькими углами падения | – Три или шесть веерных лучей по азимуту– Один или несколько лучей с коническим сканированием | Сканирование перпенди-кулярно траектории надира | Обзор в надир |
| Зона луча/динамика обзора | – Фиксированная относительно одной стороны– Сканирование по углу места (ScanSAR)– Точечная | – Фиксированная в точке надира– Обзор под несколькими углами падения | – Фиксированная в пределах азимута– Несколько лучей с коническимсканированием | Сканирование поперек траектории от надира | Фиксированная в точке надира |
| Ширина полосы РЧ | 20–1 200 МГц | 320−500 МГц | 5–80 кГц (океан) или 1–4 МГц (суша) | 14 МГц | 300 кГц |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 1 500–16 000 | 20 | 100–5 000 | 600 | 1 000–1 500 |
| Форма сигнала | ЛинейныеЧМ-импульсы | ЛинейныеЧМ-импульсы | Прерывистое ЧМ‑излучение или короткие импульсы (океан) или линейные ЧМ‑импульсы (суша) | Короткие импульсы | Короткие импульсы |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 1–30 | 46 | 31 (океан) или 10 (суша) | 0,9 | 1–14 |

# 3 Типовые орбиты

Системы ССИЗ (активной) работают на негеостационарных орбитах (НГСО). Обычно это круговые орбиты высотой от 350 до 1400 км. Часть систем ССИЗ (активной) работает на солнечно‑синхронной орбите. Одни датчики используются для ежедневных измерений в одной и той же области Земли, а другие – для более редких наблюдений (обычно с периодом повторения более двух недель).

В определенных условиях в группировке работает несколько спутников. Спутниковая группировка ССИЗ дает возможность измерять различные характеристики системы Земли (суши, океана, атмосферы, криосферы и твердой оболочки Земли) с использованием множества приборов в различных ориентациях. Измерения, выполненные множеством космических аппаратов, будут отстоять друг от друга на временны́е промежутки, меньшие постоянной времени наблюдаемого явления. Обычно эти промежутки составляют порядка 5–15 минут, но в каких-то случаях могут равняться и нескольким секундам.

# 4 Критерии качества и помехоустойчивости активных датчиков

Критерии качества, помех и наличия данных для различных типов активных бортовых космических датчиков приводятся в Рекомендации МСЭ‑R RS.1166. Критерии качества активных бортовых космических датчиков необходимы для разработки соответствующих критериев помех. Критерии помех в свою очередь могут использоваться при оценке совместимости с другими активными службами и активными датчиками, работающими в тех же полосах частот.

# 5 Вопросы совместного использования частот активными датчиками

## 5.1 Существующие Рекомендации и Отчеты МСЭ-R

Вопросам совместного использования частот активными бортовыми космическими датчиками ССИЗ (активной) и другими службами посвящены Рекомендации и Отчеты МСЭ-R, перечисленные в таблице 2. В этих Рекомендациях и Отчетах рассматриваются конкретные полосы или диапазоны частот, а также другие службы, работающие на этих частотах.

Вопросы совместного использования частот активными бортовыми космическими датчиками включают, среди прочего, уровень плотности потока мощности (п.п.м) и мощности принимаемой помехи на поверхности Земли, тип передаваемого РЧ-сигнала, динамические характеристики связи антенн с системами других служб и типы таких систем.

ТАБЛИЦА 2

Перечень документов МСЭ-R по вопросам совместного использования частот
активными датчиками

|  |
| --- |
| Рекомендации |
| МСЭ-R RS.1260 | Возможность совместного использования частот активными датчиками на борту космических аппаратов и другими службами в диапазоне 420−470 МГц |
| МСЭ-R RS.1261 | Возможность совместного использования частот бортовыми спутниковыми радарами обнаружения облаков и другими службами в диапазоне 92−95 ГГц |
| МСЭ-R RS.1280 | Выбор характеристик излучения активного бортового спутникового датчика для уменьшения возможности создания помех наземным радиолокаторам, работающим в полосах частот 1−10 ГГц |
| МСЭ-R RS.1281 | Защита станций радиолокационной службы от излучений активных бортовых спутниковых датчиков в полосе частот 13,4−13,75 ГГц |
| МСЭ-R RS.1282 | Возможность совместного использования частот радиолокаторами ветрового профиля и активными бортовыми спутниковыми датчиками вблизи частоты 1260 МГц |
| ITU-R RS.1347 | Возможность совместного использования частот приемниками радионавигационной спутниковой службы и спутниковой службой исследования Земли (активной) и службой космических исследований (активной) в полосе частот 1215−1260 МГц |
| МСЭ-R [RS.1628](https://www.itu.int/rec/R-REC-RS.1628/en) | Совместное использование полосы частот 35,5−36 ГГц спутниковой службой исследования Земли (активной) и службой космических исследований (активной) и другими службами, которым распределена эта полоса частот |
| МСЭ-R RS.1632 | Совместное использование частот в полосе 5250−5350 МГц системами спутниковой службы исследования Земли (активной) и системами беспроводного доступа (включая локальные вычислительные радиосети) подвижной службы |
| МСЭ-R RS.1749 | Метод подавления для облегчения использования полосы частот 1215−1300 МГц спутниковой службой исследования Земли (активной) и службой космических исследований (активной) |
| МСЭ-R RS.2043 | Характеристики радаров с синтезированной апертурой, работающих в спутниковой службе исследования Земли (активной) в полосе около 9600 МГц |
| МСЭ-R RS.2065  | Защита линий космос–Земля службы космических исследований (СКИ) в полосах 8400−8450 МГц и 8450−8500 МГц от нежелательных излучений радаров с синтезированной апертурой, работающих в спутниковой службе исследования Земли (активной) на частоте около 9600 МГц |
| МСЭ-R RS.2066  | Защита радиоастрономической службы в полосе частот 10,6−10,7 ГГц от нежелательных излучений радаров с синтезированной апертурой, работающих в спутниковой службе исследования Земли (активной) на частоте около 9600 МГц |
| [МСЭ-R RS.2068](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2068) | Существующее и будущее использование диапазона около 13,5 ГГц активными бортовыми датчиками |

ТАБЛИЦА 2 (*окончание*)

|  |
| --- |
| Рекомендации |
| [МСЭ-R RS.2094](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2094) | Исследования совместного использования частот спутниковой службой исследования Земли (активной) и службой радиоопределения, работающими в полосах частот 9300−9500 МГц и 9800−10 000 МГц, и совместного использования частот спутниковой службой исследования Земли (активной) и фиксированной службой в полосе частот 9800−10 000 МГц |
| [МСЭ-R RS.2178](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2178) | Важная роль и общемировое значение использования радиочастотного спектра для наблюдения Земли и связанных с ним применений |
| Отчеты |
| [МСЭ-R RS.2273](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2273) | Возможные помехи от рефлектометров ССИЗ (активной) системам ВРНС в полосе частот 1215−1300 МГц |
| [МСЭ-R RS.2274](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2274) | Потребности в спектре для применений бортовых радаров с синтезированной апертурой, планируемых в расширенном распределении спутниковой службе исследования Земли в диапазоне около 9600 МГц |
| [МСЭ-R RS.2310](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2310) | Уровни помех от систем радиолокационной службы приемникам активных датчиков спутниковой службы исследования Земли (активной) в полосе частот 35,5−36,0 ГГц для наихудшего случая при связи между антеннами через главные лепестки диаграммы направленности |
| [МСЭ-R RS.2311](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2311) | Измерение влияния импульсных радиочастотных сигналов систем спутниковой службы исследования Земли (активной) на системы и сети РНСС в полосе частот 1215−1300 МГц и возможные методы их ослабления |
| [МСЭ-R RS.2313](http://www.itu.int/pub/R-REP-RS/publications.aspx?lang=en&parent=R-REP-RS.2313) | Анализ совместного использования частот спутниковой службой исследования Земли (активной) для широкополосных передач и станциями службы радиоопределения, работающими в полосах частот 8700−9300 МГц и 9900−10 500 МГц |
| МСЭ-R RS.2314 | Анализ совместного использования частот радарами с синтезированной апертурой спутниковой службы исследования Земли (активной) для широкополосных передач и станциями фиксированной, подвижной, любительской и любительской спутниковой служб, работающими в полосах частот 8700−9300 МГц и 9900−10 500 МГц |

## 5.2 Уровни плотности потока мощности излучений активных бортовых космических датчиков

Характеристики различных типов активных бортовых космических датчиков, приведенные в таблице 1, показывают, что пиковая мощность передаваемого сигнала и, следовательно, уровни мощности на поверхности Земли могут варьироваться в широких пределах. В таблице 3 приведены уровни п.п.м. активных датчиков на поверхности Земли для некоторых типовых конфигураций таких датчиков.

ТАБЛИЦА 3

Типовые уровни п.п.м. на поверхности Земли

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Тип датчика |
| РСА | Высотомер | Рефлектометр | Радары контроля осадков | Радары профилирования облачности |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 1 500 | 20 | 100 | 578 | 630 |
| Усиление антенны, дБи | 36,4 | 43,3 | 34 | 47,7 | 63,4 |
| Высота, км | 695 | 1 344 | 1 145 | 350 | 400 |
| п.п.м., дБ(Вт/м2) | −59,67 | −77,25 | −78,17 | −46,55 | −31,64 |

## 5.3 Динамические характеристики связи между антеннами датчиков и систем других служб

Данные о геометрических характеристиках обзора, зоне луча и динамике обзора для активных датчиков приведены в таблице 1. Активные датчики всех пяти типов монтируются на космических аппаратах рабочей поверхностью вниз – к поверхности Земли.

Угол обзора, то есть угол между надиром и осью луча, в случае РСА варьируется от 10 до 55º. У рефлектометров угол обзора составляет приблизительно 40º от надира.

Высотомеры, радары контроля осадков и радары профилирования облачности ориентированы на надир. Типовые наземные поисковые радиолокаторы работают в диапазоне малых углов места, поэтому они не имеют связи через главный лепесток с высотомерами, радарами контроля осадков или радарами профилирования облачности.

При движении космического аппарата по орбите лучи антенн его бортовых датчиков проходят в местах расположения наземных систем. При ширине луча датчика в 2º он проходит место расположения наземной системы примерно за 2–3 секунды. РСА, как правило, ведут обзор по одну сторону от траектории надира, либо под одним заданным углом, либо под различными углами (в режимах со сканированием по углу места). Рефлектометры либо фиксируются под различными азимутами, либо осуществляют коническое сканирование одним или несколькими лучами вокруг направления на надир. Луч датчика шириной в 2º при коническом сканировании на скорости 15 об./мин проходит место расположения наземной системы менее чем за 25 миллисекунд. Типовые наземные поисковые радиолокаторы ведут круговой обзор по азимуту на скоростях от 5 до 10 об./мин, поэтому луч такого радиолокатора шириной в 1º проходит место расположения бортового космического датчика всего за 30–60 миллисекунд. Радары контроля осадков обычно ориентированы на надир и осуществляют поперечное сканирование в окрестности траектории надира. Луч радара контроля осадков шириной в 0,7º при поперечном сканировании на угловой скорости 57º в секунду проходит место расположения наземной системы всего за 12,5 миллисекунд. Высотомеры и радары профилирования облачности обычно ориентированы на надир.

# 6 Определения параметров

В данном разделе приводятся определения параметров, характеризующих работу активных датчиков, которые рассматриваются в настоящей Рекомендации.

ТАБЛИЦА 4

Определения параметров

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Определение |
| Тип датчика | Один из пяти типов, описанных во введении к настоящей Рекомендации |
| **Параметры орбиты** |
| Тип орбиты | Примеры: круговая или эллиптическая, солнечно-синхронная (ССО) или несолнечно-синхронная (НСС) |
| Высота, км | Высота над средним уровнем моря |
| Наклонение орбиты, градусы | Угол между экватором и плоскостью орбиты |
| Местное солнечное время восходящего узла | Местное солнечное время восходящего узла – это местное солнечное время (LST), в которое восходящая орбита космического аппарата пересекает экватор |
| Эксцентриситет | Отношение расстояния между фокусами (эллиптической) орбиты к длине главной оси |
| Период повторения, дни | Время, за которое зона луча антенны возвращается (примерно) в то же географическое местоположение |

ТАБЛИЦА 4 (*продолжение*)

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Определение |
| **Параметры антенн датчиков**Антенны датчиков разных типов могут различаться по характеристикам |
| Тип антенны | Примеры: параболическая со смещенным облучателем и активной фазированной антенной решеткой; пассивная волноводная с активной фазированной антенной решеткой; плоская волноводно-щелевая антенная решетка |
| Количество лучей | Количество лучей – это количество одновременно зондируемых участков поверхности Земли |
| Диаметр (или размер) антенны | Диаметр отражателя антенны или длина и ширина плоской решетки (в зависимости от того, что применимо) |
| Пиковое усиление (на прием и передачу), дБи | Максимальное (пиковое) усиление антенны может быть измеряемым или расчетным параметром (в случае если данные измерений отсутствуют).В случае параболических отражателей максимальное усиление антенны можно рассчитать, используя КПД антенны η и диаметр *D* отражателя (если это применимо):$$Максимальное усиление антенны=η\left(π\frac{D}{λ}\right)^{2}$$В случае плоских антенных решеток максимальное усиление можно рассчитать, используя длину *l* и ширину *w* решетки (если это применимо), с помощью следующей формулы:$$Максимальное усиление антенны=η 4π 1w/λ^{2}$$ |
| Поляризация | Линейная (H – горизонтальная, V – вертикальная) или круговая (ПСКП – правосторонняя, ЛСКП – левосторонняя) поляризация.ПРИМЕЧАНИЕ. – Если указана поляризация HV, то H относится к передаваемому, а V – к принимаемому сигналу, и наоборот, если указано VH |
| Ширина луча по уровню −3 дБ, градусы | Ширина луча по уровню –3 дБ (другое название – ширина луча по половинной мощности), или θ3дБ, определяется как угол между двумя направлениями, в которых интенсивность излучения равна половине максимального значения |
| Мгновенное поле обзора, IFOV | Мгновенное поле обзора (IFOV) – это область, над которой датчик осуществляет измерение. Зная высоту спутника над поверхностью Земли, можно рассчитать размеры IFOV на поверхности Земли в точке надира – обычно IFOV выражается в км × км. IFOV является мерой элемента разрешения |
| В сканирующей системе IFOV – это пространственный угол, охватываемый датчиком, когда сканирование остановлено. Для радиолокаторов конического сканирования обычно вычисляются два значения:– продольное – в направлении движения платформы (вдоль траектории);– поперечное – в направлении, перпендикулярном движению платформы датчика.Для сканирующих радиолокаторов, ориентированных на надир (см. пример на рисунке 1), IFOV = *H*θ3дБ, где *H* – высота спутника над поверхностью Земли, а θ3дБ – ширина луча по половинной мощности |
| Угол падения луча антенны на поверхность Земли, градусы | Угол между направлением наведения антенны и нормалью к поверхности Земли. Обозначен на рисунке 1 как *i* (в некоторых случаях, дается угол от надира) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | Частота сканирования по азимуту – количество полных оборотов луча антенны по азимуту в минуту |

ТАБЛИЦА 4 (*продолжение*)

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Определение |
| Угол обзора луча антенны, градусы | Угол обзора луча антенны α – это угол между электрической осью антенны и надиром. Иногда называется углом наведения от надира. В некоторых системах вместо него приводится угол падения *i* луча антенны. Углы α и *i* показаны на рисунке 1 |
| Азимут луча антенны, градусы | Азимут луча антенны – это угол между электрической осью антенны и вектором скорости в плоскости, задаваемой вектором скорости и отрицательным вектором нормали к орбите (см. рисунок 2) |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | Ширина луча антенны по углу места – это угловое расстояние между двумя направлениями по углу места, в которых интенсивность излучения составляет –3 дБ от максимального значения |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | Ширина луча антенны по азимуту – это угловое расстояние между двумя направлениями по азимуту, в которых интенсивность излучения составляет–3 дБ от максимального значения |
| Ширина полосы обзора, км | Ширина полосы обзора определяется как линейное расстояние на поверхности Земли, обозреваемое в поперечном направлении  |
| Коэффициент полезного действия главного луча, % | Область главного луча определяется как угловой размер конуса с углом раскрыва, в 2,5 раза превышающим измеренное значение ширины луча по уровню –3 дБ. Коэффициент полезного действия главного луча определяется как отношение принятой в главном луче энергии к энергии, принятой всей антенной |
| Динамические свойства луча | Динамические свойства луча определяются следующим образом:– при коническом сканировании – это частота вращения луча;– при сканировании надира – это число сканирований в секунду |
| Диаграмма направленности антенны датчика | Усиление антенны как функция от угла отклонения от оси |
| **Характеристики передатчиков** |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | Центральная частота радиосигнала – это частота, на которую приходится центральная часть полосы частот передаваемого сигнала |
| Ширина полосы РЧ, МГц | Ширина полосы РЧ – это ширина полосы частот передаваемого сигнала по уровню −3 дБ. При анализе совместимости обычно используется в качестве ширины полосы пропускания приемника |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | Пиковая мощность передаваемого сигнала – это пиковая мощность огибающей сигнала передатчика |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | Средняя мощность передаваемого сигнала – это произведение пиковой мощности огибающей сигнала передатчика и коэффициента заполнения передаваемого сигнала |
| Длительность импульса, мкс | Длительность импульса – это длительность передаваемого импульса по половинной мощности |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | Частота повторения импульсов – это частота, с которой передаются отдельные импульсы |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) – это отношение ширины полосы РЧ в мегагерцах к длительности импульса в микросекундах |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | Коэффициент заполнения передаваемого сигнала – это произведение длительности передаваемого импульса и частоты повторения импульсов |
| Длительность рабочего цикла, % | Доля времени, на протяжении которого передатчик активен, за один полный оборот спутника по орбите (может меняться в зависимости от режима работы) |

ТАБЛИЦА 4 (*окончание*)

|  |  |
| --- | --- |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | Средняя эквивалентная изотропно излучаемая мощность (э.и.и.м.) – это теоретическая мощность излучения изотропной антенны, которая бы давала наблюдаемое значение средней плотности мощности в направлении максимального усиления антенны. Средняя э.и.и.м представляет собой произведение средней мощности передаваемого сигнала и пикового усиления антенны и измеряется в дБВт |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | Пиковая эквивалентная изотропно излучаемая мощность (э.и.и.м.) – это теоретическая мощность излучения изотропной антенны, которая бы давала наблюдаемое значение пиковой плотности мощности в направлении максимального усиления антенны. Пиковая э.и.и.м представляет собой произведение пиковой мощности передаваемого сигнала и пикового усиления антенны и измеряется в дБВт |
| **Параметры приемников датчиков** |
| Время подсветки датчиком | *Время подсветки датчиком* – это длительность временнóго интервала, в течение которого детектор датчика ведет измерения эхо-сигнала от мгновенной зоны наблюдения |
| Чувствительность, dBZ | Чувствительность радара контроля осадков или радара профилирования облачности определяется как *наименьшее* поддающееся обнаружению значение отражающей способности *Z* (мм6/м3) и измеряется в dBZ |
| Коэффициент шума системы, дБилиШумовая температура системы, K | Коэффициент шума системы определяется как частное от деления отношения сигнал/шум по мощности (*S*/*N*)*i* для входного сигнала на отношение сигнал/шум по мощности (*S*/*N*)*o* для выходного сигнала. Шумовая температура системы приблизительно равна сумме шумовых температур антенны и первого каскада приемника; вкладами остальных элементов системы в этот параметр обычно можно пренебречь, если усиление первого каскада приемника превышает 16 дБ  |
| **Пространственное разрешение измерений** |
| Разрешение по дальности | *Пространственное разрешение* часто определяется как возможность различить на изображении два расположенных рядом объекта. Обычно оно выражается в виде разрешения по дальности, или горизонтального разрешения (как правило, поперечного) и разрешения по азимуту, или вертикального разрешения (продольного). (Отметим, что "вертикальное" в данном случае не обозначает высоту) |
| Разрешение по азимуту |

РИСУНОК 1

Типовая схема сканирования в рефлектометрах с коническим сканированием



РИСУНОК 2

Плоскость, задаваемая вектором скорости и отрицательным вектором нормали к орбите



# 7 Параметры стандартных систем

В этом разделе представлены типовые параметры активных датчиков для полос ССИЗ (активной) на частотах между 432 МГц и 238 ГГц. Для каждой полосы частот применяется согласованный набор параметров, на основе которого может проводиться статический и динамический анализ наихудшего случая.

## 7.1 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 432–438 МГц

РСА диапазона 435 МГц – это активные СВЧ-датчики, работающие в полосе частот 432–438 МГц и обеспечивающие всепогодное круглосуточное наблюдение за поверхностью суши. Относительно низкочастотный сигнал способен проходить через растительный покров. На основе полученных таким образом данных можно создавать глобальные модели растительности и лучше количественно описывать глобальный биогеохимический цикл углерода. Типовые характеристики РСА, работающих в диапазоне 435 МГц, приведены в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 432–438 МГц

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | SAR-A1  |
| Тип датчика | РСА |
| Тип орбиты | ССО |
| Высота, км | 665 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,1 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 06:00 |
| Период повторения, дни | 17 |
| Количество лучей | 1 |
| Диаметр антенны, м | 12 |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 33,6 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 33,6 |
| Поляризация | Линейная (H, V) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 22,7; 25,9; 28,2 |
| Азимут луча антенны, градусы | 86,2–93,8 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 4,8 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 3,2 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 435 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 6 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 170 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 10 |
| Длительность импульсов, мкс | 38 |
| Максимальная частота повторения импульсов, Гц | 1 550 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,200; 0,182; 0,1861 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 5,9 |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 43,6 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 55,9 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 3 |

## 7.2 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 1215–1300 МГц

РСА диапазона 1,25 ГГц представляют собой активные СВЧ-датчики, работающие в полосе частот 1215–1300 МГц и обеспечивающие круглосуточное всепогодное наблюдение за поверхностью суши. Такие РСА могут иметь несколько режимов работы, включая картографические режимы высокого и среднего разрешения, а также режимы со сканированием по углу места (scanSAR). Типовые характеристики РСА, работающих в полосе частот 1215–1300 МГц, приведены в таблице 6.

Таблица содержит характеристики типового рефлектометра поверхности суши, работающего в полосе частот 1215–1300 МГц.

ТАБЛИЦА 6

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 1215–1300 МГц

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SCAT-B1 | SCAT-B2 | SAR-B1 | SAR-B2 | SAR-B3 | SAR-B4 |
| Тип датчика | Рефлектометр | Рефлектометр | РСА | РСА | РСА | РСА |
| Тип орбиты | Круговая, ССО | Круговая, ССО | Круговая, ССО | Круговая, ССО | Близкая к круговой, ССО | Круговая, ССО |
| Высота, км | 670 | 657 | 757 | 628 | 693 | 628 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98 | 98 | 98 | 97,9 | 98,18 | 97,9 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 18:00 | 18:00 | 18:00 | 12:00\* | 18:00 | 12:00\* |
| Период повторения,дни | 3 | 7 | 12 | 14 | 12 | 14 |
| Тип антенны | Параболический отражатель со смещенным облучателем | Параболический отражатель с тремя смещенными облучателями | Отражатель с облучателем в виде линейной антенной решетки | Плоская фазированная антенная решетка | Плоская фазированная антенная решетка | Плоская фазированная антенная решетка |
| Количество лучей | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Размер/диаметр антенны | 6 м | 2,5 м | 15 м | 9,9 × 2,9 м | 11 × 3,6 м | 9,9 × 3,9 м |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 36 | 28,1 | 35 | 34,7 | 33,5 (двойная поляризация), 34,6(четверная поляризация),39,5 (в волновом режиме)(1) | 35,2 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 36 | 28,1 | 45 | 36,6 | 25,4 | 33,4 |
| Поляризация | Двойная, линейная(H, V) | Двойная, линейная (H, V) | Двойная/четверная, линейная (H, V) | Двойная/четверная, круговая, линейная(H, V) | Одиночная/двойная/четверная, линейная(H, V) | Двойная/четверная, линейная (H, V) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 13,0–14,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 34 | 25,9/33,9/40,3 | 30 (на передачу), 20–40 (на прием) | 7,2–59 | 25,2–38,7 | 7,2−59 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0–360 | 99,7/74,8/96,5 | 90 | ±9/±3,5 | 90 | ±90/±3,5 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 2,5 | 6,5/6,7/7,1 | 20,9 | 4,3–4,6 | 3,36(на передачу), 13,45(на прием) | 3,5 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 2,5 | 6,5/6,7/7,1 | 0,89 | 1,3–2,1 | 1,1 (на передачу), 5,5(на прием) | 1,2−2,1 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 1 215–1 300 | 1 260 | 1 215–1 300 | 1 236,5/1 257,5 | 1 215–1 300 | 1 236,5/1 257,5/1 278,5 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 1 | 4 | 25 | 14–78 | 40–85 | 28−84 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 200 | 200 | 3 200 | 3 944–6 120 | 9 000 | 5 390−8 680 |

ТАБЛИЦА 6 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SCAT-B1 | SCAT-B2 | SAR-B1 | SAR-B2 | SAR-B3 | SAR-B4 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 28 | – | 614,4 | 453–454 | 600 (двойная поляризация),720(четверная поляризация) | 490−960 |
| Длительность импульса, мкс | 15 | 1 000 | 60 | 18–71 | 10–80 | 21−67 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 3 500 | 100 | 1 500–2 000 | 1 050–3 640 | 1 300–3 800 | 1 100−3 955 (2) |
| Крутизна внутри-импульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,067 | 0,004 | 0,42 | 0,21–1,95 | 0,15–0,93 | 0,42−3,68 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 5,25 | 10 | 19,2 | 6,8–11,5 | 6,7–8 (2% для волнового режима) (1) | 6,4−9,1(2) |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 60 | 51,1 | 71,5 | 70,7–74,5 | 78 | 74,5 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 4,0 | 7,0 | 3,9 | 4,9 | 3,3 | 2,6 |
| (1) Волновой режим используется только над океаном.(2) В некоторых режимах наблюдения работа с непостоянной частотой повторения импульсов (PRF) будет осуществляться в этом диапазоне PRF. |

## 7.3 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 3100–3300 МГц

Типовые характеристики РСА, работающих в диапазоне 3,1 ГГц, приведены в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 3100–3300 МГц

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SAR-C1 | SAR-C2 | SAR-C3 |
| Тип датчика | РСА | РСА | РСА |
| Тип орбиты | Круговая, ССО | Круговая | Круговая |
| Высота, км | 500 | 503–536 | 503–536 |
| Наклонение орбиты, градусы | 97,3 | 97,4 | 97,4 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 06:00 | 09:00±1:00 | 10:00±1:00 |
| Период повторения, дни | 31 | 16 | 16 |
| Тип антенны | – | Параболическое зеркало | Параболическое зеркало |
| Количество лучей | 9 | – | – |
| Диаметр (или размер) антенны | – | 6 м | 6 м |
| Пиковое усиление антенны, дБи | 37,6 | 42 | 44 |
| Поляризация | VV | H, V | H, V |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 25–47 | 25–55 | 20–55 |
| Азимут луча антенны, градусы | 90 | 90/–90 | 90/–90 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 2,5 | 1 | 1 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 1 | 1 | 1 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 3 200 | 3 200 | 3 200 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 60 | 50/200 | 50/200 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 3 000 | 5 000 | 11 220 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 300 | – | – |
| Длительность импульсов, мкс | 27 | 10 | 1–16 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 2,22 | 5/20 | 5/20 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 10 | Переменный, макс. 20% | Переменный,макс. 20% |
| Коэффициент шума системы, дБ | 2 | 3 | 3 |

## 7.4 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 5250–5570 МГц

Типовые характеристики датчиков РСА нескольких типов, высотомеров и рефлектометров, работающих в полосе частот 5250–5570 МГц, приведены в таблицах 8, 9 и 10.

Следует отметить, что зона обслуживания большинства этих датчиков является глобальной. В частности, это так для SAR-D4, SAR-D5, SAR-D6 и SAR-D1 (группировка из двух спутников).

ТАБЛИЦА 8

Характеристики датчиков РСА, работающих в полосе частот 5250–5570 МГц

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SAR-D1 | SAR-D2 | SAR-D3 | SAR-D4 | SAR-D5 | SAR-D6 | SAR-D7 | SAR-D8 |
| Тип датчика | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА |
| Тип орбиты | Круговая, ССО | Круговая, ССО | ССО | Близкаяк круговой | Близкаяк круговой | Близкаяк круговой | Близкаяк круговой | Близкаяк круговой |
| Высота (км) | 693 | 764 | 536 | 792–813 | 586,9–615,2 | 586,9–615,2 | 755 | 410–420 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,18 | 98,6 | 97 | 98,6 | 97,74 | 97,74 | 98,4 | 51,6 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 18:00/6:00 (1) | 10:30 | 6:00 | 6:00 | 6:00 | 6:00(подлежитуточнению) | 18:00 | Н/п |
| Период повторения, дни | 12 | 35 | 13 | 24 | 12 | 12(подлежитуточнению) | 29 | – |
| Тип антенны | Фазированная антенная решетка | Фазированная антенная решетка | Плоская фазированнаяантенная решетка | Плоская фазированнаяантенная решетка | Плоская фазированнаяантенная решетка | Плоская фазированнаяантенная решетка | Плоская фазированнаяантенная решетка | Фазированная антенная решетка |
| Количество лучей | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Размер/диаметр антенны | 12,3 × 0,8 м | 10 × 1,3 м | 10 × 3 м | 15 × 1,5 м | 6,88 × 0,37 м | 6,88 × 1,37 м | 15 × 1,232 м | 2,5 × 1,2 м |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 43,5–45.3 | 40–45 | 35 | 49(2) | 45(3) | 45(3) | 48 | 38,7 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 43,5–44.8 | 40–45 | 35 | 49(3) | 45(3) | 45(3) | 48 | 38,7 |
| Поляризация | V, H | H, V | Линейная (H, V) | HH, HV, VH, VV | HH, VV, HV, VH, CH, CV | HH, VV, HV, VH, CH, CV | HH, HV, VH, VV | H, V |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 20–47(3) | 15–45 | 10–45 | 9–50 | 16–51 | 16–53 | 10–60 | 15–40 |
| Азимут луча антенны, градусы | 90 | 90 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/180 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 6–8 | 2,5 | 4,6 | 1,88(для сфокусиро-ванного луча) | 2,05(для сфокусиро-ванного луча) | 2,05(для сфокусиро-ванного луча) | 2,288 | 3,15 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,3 | 0,3 | 1,4 | 0,19 | 0,42(для сфокусиро-ванного луча) | 0,42(для сфокусиро-ванного луча) | 0,188 | 1,6 |
| Ширина полосы обзора, км | 20–410 | 10–405 | 10–225 | 18–500 | 20–500 | 20–500 | 10–650 | 40–400 |

ТАБЛИЦА 8 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SAR-D1 | SAR-D2 | SAR-D3 | SAR-D4 | SAR-D5 | SAR-D6 | SAR-D7 | SAR-D8 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 5 405 | 5 331 | 5 350 | 5 405 | 5 405 | 5 405 | 5 400 | 5 350 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 100 | 16 | 18,75–75 | 11,6; 17,3; 30; 50; 100 | 14–100 | 14–300 | 2–240 | 36,3 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 4 140 | 2 500 | 4 000 | 2 400 или 3 700 | 1 490 | 1 990 | 15 360 | 5 000 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 370 | 200 | 260 | 300 | 180 | 240 | 1 900 | 750 |
| Длительность импульсов, мкс | 5–53 | 16–41 | 20 | 21, 42 | 10–50 | 10–50 | 15–50 | 17,5–25,5 |
| Частота повторения импульсов, Гц | 1 450–2 000 | 1 600–2 100 | 3 250 | 1 000–2 800 | 2 000–7 000 | 2 000–7 000 | 1 100 ~ 4 500 | 6 800–8 560 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,34-3,75 | 0,39 | 0,937–3,75 | 0,27–2,38 | 0,14–10 | 0,14–10 | 0,13–6,85 | 1,41–2.05 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 0,5–9,0в зависимости от режима работы | 8,61 | 6,5 | Переменный, макс. 8% | Переменный, макс. 12% | Переменный, макс. 12% | Переменный, макс. 20% | Переменный, макс 15% |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 70 (при коэффициенте заполнения 9%) | 68,0 | 68,0 | Примерно 73(4) | 67,67 | 69,0 | Примерно 80,7 | 67,5 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 80 | 78,0 | 71,0 | 83,5 (5) | 76,7 | 78,0 | 89,8 | 75,7 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 3,2 | 4,5 | 5,8 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4/6 |
| (1) Система представляет собой группировку из двух спутников.(2) При большей ширине луча может использоваться меньшее усиление.(3) Угол падения луча антенны.(4) Средняя э.и.и.м за период повторения импульсов.(5) Максимальная э.и.и.м. во время передачи импульса. |

ТАБЛИЦА 9

Характеристики высотомеров, работающих в полосе частот 5250–5570 МГц

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ALT-D1 | ALT-D2(1) | ALT-D3 | ALT-D4(1) | ALT-D5 | ALT-D6 |
| Тип датчика | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер |
| Тип орбиты | НСС | Круговая, ССО | ССО | НСС | НСС | Круговая, ССО |
| Высота, км | 1 336 | 814 | 963 | 1 336 | 890 | 1 000 |
| Наклонение орбиты, градусы | 66 | 98,65 | 99,3 | 66 | 78 | 99,4 |
| Местное солнечное время восходящего узла | НСС | 22:00 | 06:00 | НСС | НСС | – |
| Период повторения, дни | 10 | 27 | 14 | 10 | 21 | 14 |
| Тип антенны | Параболи-ческий отражатель | Параболи-ческий отражатель | Параболи-ческий отражатель | Параболи-ческий отражатель | Параболи-ческий отражатель | Параболи-ческий отражатель |
| Количество лучей | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Размер/диаметр антенны | 1,2 м | 1,2 м | 1,4 м | 1,2 м | 1,2 м | 1,5 м |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 32 | 32 | 35 | 33,5 | 32,0 | 33,6 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 32 | 32 | 43 | 33,5 | 32,0 | 33,6 |
| Поляризация | Линейная | Линейная | Линейная (VV) | Линейная | Линейная | Линейная |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 3,4 | 3,4 | 2,3 | 3,4 | 3,4 | 3 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 3,4 | 3,4 | 2,3 | 3,4 | 3,4 | 3 |
| Ширина полосы обзора, км | 79,4 | 48,4 | 38,7 | 97 | 52,9 | 51,4 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 5 300 | 5 410 | 5 250 | 5 410 | 5 300 | 5 300 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 100, 320 | 320 | 160 | 320 | 100, 320 | 100, 320 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 17 | 32 | 20 | 25 | 17 | 15,8 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 0,51 | 0,4 (LRM), 0,25 (РСА) | 8,2 | < 2 | 0,51 | 0,51; 0.71 |
| Длительность импульса, мкс | 106,0 | 49 | 102,4 | 32 | 106,0 | 110,5 |
| Частота повторения импульсов, Гц | 300 | 275 (LRM), 157 (РСА) | 670 | 2 060–9 280 | 300 | 294, 412 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,9; 3,0 | 6,5 | 1,56 | 9,69 | 0,9; 3,0 | 0,9; 2,9 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 3,1 | 1,5 (LRM), 0,7 (РСА) | 40,96 | 30 | 3,1 | 3,2; 4,5 |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 29,5 | 30,8 (LRM), 28,4 (РСА) | 44,1 | 36,51 | 29,2 | 30,7; 32,1 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 44,8 | 49,5 | 48 | 47,47 | 44,3 | 45,6 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 4,45 | 3,8 | 3,5 | 3,5 | 4,45 | 5,75 |
| (1) Двухчастотный радиолокационный высотомер (диапазонов C/Ku), обеспечивающий выполнение измерений либо в режиме низкого разрешения (LRM), либо в режиме радара с синтезированной апертурой (надир-РСА). Режим низкого разрешения – это обычный режим работы высотомера с импульсным ограничением и чередованием импульсов диапазонов C и Ku, а режим надир-РСА – режим высокого продольного разрешения с синтезированием апертуры. Система представляет собой группировку из двух спутников. |

ТАБЛИЦА 10

Характеристики рефлектометров, работающих в полосе частот 5250–5570 МГц

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | SCAT-D1 | SCAT-D2 |
| Тип датчика | Рефлектометр | Рефлектометр |
| Тип орбиты | ССО | ССО |
| Высота, км | 832 | 832 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,7 | 98,7 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 21:30 | 21:30 |
| Период повторения, дни | 29 | 29 |
| Тип антенны | Шесть антенн с веерными лучами (волноводно-щелевые антенные решетки) | Шесть антенн с веерными лучами (волноводно-щелевые антенные решетки) |
| Количество лучей | 6 | 6 |
| Размер/диаметр антенны | 2,251 × 0,337 м (центральная), 3,003 × 0,253 м (боковая) | 2,757 × 0,315 м (центральная),3,02 × 0,315 м (боковая) |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 24–32 | 23–31 (1) |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 24–32 | 23–31 |
| Поляризация | Линейная (VV) для всех лучей | Линейная (VV) для всех шести лучей + VH/HV и линейная (HH) для двух центральных лучей |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 22–45,6 (центральные лучи) 29,5–53,4 (боковые лучи) | 17,5–45,5 (центральные лучи) 24–54 (боковые лучи) |
| Азимут луча антенны, градусы | 45, 90, 135, 225, 270, 315 | 45, 90, 135, 225, 270, 315 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 23,6 (центральные лучи)23,9 (боковые лучи) | 28 (центральные лучи)30 (боковые лучи) |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 1,5 (центральные лучи)1,2 (боковые лучи) | 1,3 |
| Ширина полосы обзора, км | 550 с каждой стороны от плоскости орбиты | 665 с каждой стороныот плоскости орбиты |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 5 255 | 5 355 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,5 | 2 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 120 | 2 512 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 29 (центральные лучи)36,5 (боковые лучи) | 92 |
| Длительность импульсов, мкс | 10 000 | 1 000 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 28,259 | 32 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,00002 | 0,00002 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 28,29 | 3,68 |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 39–47 | 42–50 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 53 | 57–65 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 3,0 | 3,5 |
| (1) Усиление антенны зависит от ее положения в системе (центральная или боковая) и угла падения луча. |

## 7.5 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 8550–8650 МГц

Типовые характеристики РСА, работающих в диапазоне 8,6 ГГц, приведены в таблице 11.

ТАБЛИЦА 11

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 8550–8650 МГц

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | SAR-E1 |
| Тип датчика | РСА |
| Тип орбиты | Круговая, НСС |
| Высота, км | 400 |
| Наклонение орбиты, градусы | 57 |
| Период повторения, дни | 3 |
| Количество лучей | 1 |
| Тип антенны | Волноводно-щелевая |
| Пиковое усиление антенны(на прием и передачу), дБи | 44,0 |
| Поляризация | Линейная (H, V) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 20–55 |
| Азимут луча антенны, градусы | 90 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 2,5 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,4 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 8 600 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 10, 20 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 3 500 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 243 |
| Длительность импульсов, мкс | 40 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 1 395–1 736 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 1,0; 0,5 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 7 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 4,3 |

## 7.6 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 9200–10 400 МГц

Типовые характеристики РСА, работающих в полосе частот 9200–10 400 МГц, приведены в таблице 12. Дополнительные сведения содержатся в Рекомендации МСЭ-R RS.2043.

ТАБЛИЦА 12

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной), работающих в полосе частот 9200–10 400 МГц

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SAR-F1 | SAR-F2 | SAR-F3 | SAR-F4 | SAR-F5 | SAR-F6 | SAR-F7 | SCAT-F8 |
| Тип датчика | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА | РСА | Рефлектометр |
| Тип орбиты | Круговая, ССО | Круговая, ССО | ССО | ССО | ССО | Круговая, ССО | Круговая | Круговая |
| Высота, км | 514 | 620 | 512 | 620 | 514 | 514 | 650–850 | 835 |
| Наклонение орбиты, градусы | 97,4 | 97,8 | 97,9 | 97,8 | 97,44 | 97,4 | 97–99 | 98,85 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 18:00 | 06:00 | 06:00 | 06:00 | 18:00 | 18:00 | Н/п | 19:30 |
| Период повторения, дни | 11 | 16 | 5 | 16 | 11 | 11 | – | – |
| Тип антенны | Активная фазированная антенная решетка | Плоская антенная решетка | Отражатель со смещенным облучателем в виде линейной антенной решетки | Плоская антенная решетка | Активная фазированная антенная решетка | Активная фазированная антенная решетка | Фазированная решетка | Фазированная решетка |
| Количество лучей | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 45,5 | 45,5 | 46 | 46,8 | 43,4 | 47 | 45,6 | 39,5/38,5 |
| Поляризация | Линейная(VV) | Линейная (HH) | Линейная(VV, VH) | Линейная(HH) | Линейная(HH, VV) | Линейная(HH, VV) | Линейная(HH, VV) | Линейная(VV) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 15–60 | 21–44 | 30–40 | 37,8 | 15–45 | 18–50 | 15–55 | 90 |
| Азимут луча антенны, градусы | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | Н/п |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 2,54 | 1,32 | 1,5 | 1,34 | 2,5 | 1,13 | 1–1,2 | 26 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,37 | 0,32 | 0,5 | 0,32 | 0,4 | 0,53 | 0,4–0,45 | 0,13 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 9 650 | 9 600 | 9 600 | 9 500 | 9 650 | 9 800 | 9 600 | 9 623,275 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 150, 300 | 41–118 | 10 | 40–300 | 5–300 | 1 200 | 600 | 0,5 |

ТАБЛИЦА 12 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SAR-F1 | SAR-F2 | SAR-F3 | SAR-F4 | SAR-F5 | SAR-F6 | SAR-F7 | SCAT-F8 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 2 000 | 7 600 | 3 000 | 7 600 | 2 260 | 7 000 | 1 800 | 1 600 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 400 | 836 | 270 | 836 | 452 | 2 100 | – | – |
| Длительность импульсов, мкс | 47 | 18–31 | 20–30 | 18–31 | 47 | 50 | 36 | 2 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 2 000–6 500 | 2 850–3 230 | 1 000–3 000 | 1 000–3 000 | 3 000–6 500 | 6 000 | – | – |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 3,2; 6,8 | 3,81 | 0,5–0,67 | 3,81–9,7 | 0,85–6,38 | 24 | 16,6 | Н/п |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 20 | 7–11 | 2–9 | 7–11 | 20 | 30 | Переменный,макс. 15% | Переменный, макс. 15% |
| Коэффициент шума системы, дБ | 2,9 | 1,0 | 3 | 1,0 | 5,0 | 3 | 4 | 4 |

## 7.7 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 13,25–13,75 ГГц

Типовые характеристики высотомеров, работающих в диапазоне 13,5 ГГц, приведены в таблице 13.

Типовой рефлектометр поверхности океана, работающий на частоте около 13,4 ГГц, определяет скорость и направление ветра над водой по коэффициентам обратного рассеяния от поверхности океана, полученным при нескольких различных азимутах при вращении лучей антенны вокруг направления на надир. Характеристики рефлектометра, работающего в диапазоне 13,4 ГГц, приведены в таблице 14.

Типовые характеристики радаров контроля осадков, работающих в диапазоне 13,5 ГГц, приведены в таблице 15.

ТАБЛИЦА 13

Характеристики высотомеров, работающих в полосе частот 13,25–13,75 ГГц

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ALT-G1 | ALT-G3 | ALT-G4 | ALT-G5 | ALT-G6 (Приложение 1) | ALT-G7 (Приложение 1) | ALT-G8 | ALT-G9 |
| Тип датчика | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер | Высотомер |
| Тип орбиты | ССО | ССО | НСС | НСС | ССО | НСС | Круговая, ССО | НСС |
| Высота, км | 764 | 963 | 1 336 | 717 | 814 | 1 336 | 1 000 | 714 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,6 | 99,3 | 66 | 92 | 98,65 | 66 | 99,4 | 92 |
| Местное солнечное время восходящего узла\* | 10:30 | 06:00 | Н/п | Н/п | 22:00 | Н/п | – | Н/п |
| Период повторения, дни | 35 | 14 | 10 | 369 (1) | 27 | 10 | 14 | 367 |
| Количество лучей | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Диаметр антенны | 1,2 м | 1,4 м | 1,2 м | 2 отражателя 1,2 × 1,1 м | 1,2 м | 1,2 м | 1,5 м | 2 отражателя 1,4 × 1,25 м |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 41,2 | 43 | 43,2 | 42 | 42 | 42,1 | 42,2 | 42,3 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 41,2 | 43 | 43,2 | 42 | 42 | 42,1 | 42,2 | 42,3 |
| Поляризация | Линейная | VV | Линейная | Линейная | Линейная | Линейная | Линейная | Линейная |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 1,2 | 0,9 | 1,27 | 1,2 | 1,27 | 1,35 | 1,5 | 1 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 1,2 | 0,9 | 1,27 | 1,1 | 1,27 | 1,35 | 1,5 | 1 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 13 575 | 13 580 | 13 575 | 13 575 | 13 575 | 13 575 | 13 575 | 13 500 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 320, 80, 20 | 320 | 320 | 320 | 350 | 320 | 320 | 500 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 60 | 20 | 25 | 25 | 7,1 | 8 | 5,6 | 21,7(2); 24,2(3) |

ТАБЛИЦА 13 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ALT-G1 | ALT-G3 | ALT-G4 | ALT-G5 | ALT-G6 (Приложение 1) | ALT-G7 (Приложение 1) | ALT-G8 | ALT-G9 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 2,16 | 8,2 | 5,41 | 2,22 | 0,66 | < 4 | 1,27 | 19,1(2); 7,1(3) |
| Длительность импульсов, мкс | 20 | 102,4 | 106,0 | 50 | 49 | 32 | 110,5 | 49(2); 18 (3) |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 1 795,33 | 2 000 | 2 060 | 1 970 (LRM)1 818,1(режим РСА) | 1 924 (LRM) 1 782,5(режим РСА) | 2 060–9 280 | 2 060 | 18 000(2);15 500–16 800(3) |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 16, 4, 1 | 3,12 | 3,02 | 7,11 | 7,14 | 9,69 | 2,9 | 10,2(2); 27,8(3) |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 3,6 | 40,96 | 21,63 | 8,88 | 1,35–2,65; 9,31 | 30 | 22,7 | 88,2(2); 29,1(3) |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 44,5 | 52,1 | 49,33 | 45,5 | 40,2 | 48,02 | 43,2 | 55,1(2); 50,8(3) |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 59,0 | 56,0 | 56 | 60,0 | 50,5 | 51,03 | 49,7 | 55,7(2); 56,2(3) |
| Коэффициент шума системы, дБ | 2,5; 3,0 | 2,8 | 2,6 | 1,9 (4) | 3,1 | 2,5 | 5,75 | 2,8 |
| (1) Подпериод 30 дней.(2) Закрытый импульсный режим (closed burst mode).(3) Открытый импульсный режим (open burst mode).(4) Коэффициент шума приемника. |

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Системы ALT-G5 и ALT-G6 представляют собой двухчастотные радиолокационные высотомеры (диапазонов С/Ku), обеспечивающие выполнение измерений либо в режиме низкого разрешения (LRM), либо в режиме радара с синтезированной апертурой (надир-РСА). Режим низкого разрешения – это обычный режим работы высотомера с импульсным ограничением и чередованием импульсов диапазонов С и Ku, а режим надир-РСА – режим высокого продольного разрешения на основе обработки информации РСА. Система ALT-G6 находится на стадии подготовки. Это будет группировка из двух спутников на одной орбите с разностью фаз 180º.

ТАБЛИЦА 14

Характеристики рефлектометров, работающих в полосе частот 13,25–13,75 ГГц

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | SCAT-G1 | SCAT-G2 | SCAT-G3 | SCAT-G4 |
| Тип датчика | Рефлектометр | Рефлектометр | Рефлектометр | Рефлектометр |
| Тип орбиты | ССО | ССО | ССО | ССО |
| Высота, км | 803 | 963 | 720 | 836 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,6 | 99,3 | 98,28 | 98,75 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 06:00 | 06:00 | 12:00(нисходящий узел) | 06:00 |
| Период повторения, дни | 4 | 14 | 2 | 5,5 |
| Количество лучей | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Диаметр антенны | 1 м | 1,3 м | 1 м | 3 м |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 41 | 42 | 39,5 | 48 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 41 | 42 | 39,5 | 48 |
| Поляризация | H (внутренняя), V (внешняя) | HH, VV | HH, VV | HH, VV |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 18 | 19,0 | 21,14 | 15 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 40, 46 | 35, 41 | 43,63 (HH),49,09 (VV) | 36, 40 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0–360 | 0–360 | 0–360 | 0–360 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 1,6 | 1 | 1,67 | 0,9 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 1,6 | 1 | 1,47 | 0,3 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 13 402 | 13 255,5 | 13 515 | 13 350 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,53 | 3–6 | 0,4 | 2 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 100 | 120 | 100 | 1 000 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 30,6 | 28,8 | 27 | 450 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 61,0 | 62,8 | 20 | 78,0 |
| Длительность импульсов, мкс | 1 700 | 650–1 200 | 1 350 | 1 500 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 180 | 100–200 | 200 | 300 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,000311765 | 0,005 | 0,0003 | 0,0013 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 30,6 | 24 | 27,0 | 45 |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 55,9 | 56,6 | 53,8 | 74,5 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 61,0 | 62,8 | 59,5 | 78,0 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 3,4 | 4,2 | 3,0 | 3,5 |

ТАБЛИЦА 15

Характеристики радаров контроля осадков, работающих в полосе частот 13,25–13,75 ГГц

| Параметр | PR-G1 | PR-G2 | PR-G3 |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип датчика | Радар контроля осадков | Радар контроля осадков | Радар контроля осадков |
| Тип орбиты | НСС | НСС | НСС |
| Высота, км | 410 | 407 | 400 |
| Наклонение орбиты, градусы | 50 | 65 | 50 |
| Период повторения, дни | 11 | 82 | 6 |
| Количество лучей | 2 | 1 | 4 |
| Диаметр антенны, м | 2 | 2,1 × 2,1 | 5,3 |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 47 | 47,4 | 55 |
| Поляризация | HH | H | HH, HV |
| Период сканирования по азимуту, секунды на одно сканирование, с/скан. | 0,7 | 0,7 | 0,42 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | ±20 | ±17 | ±31 |
| Азимут луча антенны, градусы | ±90 | ±90 | ±90 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,7 | 0,7 | 0,28 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,7 | 0,7 | 0,28 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 13 647, 13 653 | 13 597, 13 603 | 13 626, 13 642, 13 658, 13 674 |
| Количество лучей | 2 | 49 | 4 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,6 × 2 | 0,6 + 0,6 | 8 × 4 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 1 000 | 1 000 | 2 000 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 7,2 | 12,1 | 360 |
| Длительность импульсов, мкс | 1,6 | 1,6 | 40 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 4 500 | 4 485 | 4 500 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | Н/п\* | Н/п\* | 0,2 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 0,72 | 1,21/0,67 | 18 |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 55,6 | 55,7 | 80,6 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 77,0 | 77,4 | 88,0 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 5 | 5,1 | 3,5 |
| \* Немодулированный импульс. |

## 7.8 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 17,2–17,3 ГГц

Типовые характеристики РСА, работающих в диапазоне 17,25 ГГц, приведены в таблице 16.

ТАБЛИЦА 16

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной), работающих в полосе частот 17,2–17,3 ГГц

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | SAR-H1 |
| Тип датчика | РСА |
| Тип орбиты | Круговая, ССО |
| Высота, км | 512 |
| Наклонение орбиты, градусы | 97,9 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 06:00 |
| Период повторения, дни | 5 |
| Тип антенны | Отражатель со смещенным облучателем в виде линейной антенной решетки |
| Количество лучей | 1 |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 49 |
| Поляризация | Линейная (VV, VH) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 30–40 |
| Азимут луча антенны, градусы | 90 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,9 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,3 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 17 250 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 10 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 4 000 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 360 |
| Длительность импульсов, мкс | 20–30 |
| Частота повторения импульсов (PRF), мкс | 1 000–3 000 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,5–0,67 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 2–9 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 5 |

## 7.9 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 24,05–24,25 ГГц

Типовые характеристики бортовых космических радиолокаторов, работающих в полосе частот 24,05−24,25 ГГц (в том числе конкретного радиолокатора, взятого в качестве примера), приведены в таблице 17. Эта полоса частот предназначена для использования радарами контроля осадков и рефлектометрами.

ТАБЛИЦА 17

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной), работающих
в полосе частот 24,05–24,25 ГГц

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | SCAT-I1 | PR-I1 |
| Тип датчика | Рефлектометр | Радар контроля осадков |
| Тип орбиты | Круговая, НСС | Круговая, НСС |
| Высота, км | 803 | 350 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,6 | 35 |
| Период повторения, дни | 4 | 46 |
| Тип антенны | Отражатель диаметром 0,56 м со смещенным облучателем | Волноводно-щелевая антенная решетка размером 1,18 м |
| Количество лучей | 2 | 1 |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 41 | 47,4 |
| Поляризация | H (внутренняя), V (внешняя) | H |
| Частота или период сканирования по азимуту, об./мин или с/скан. | 18 | 0,6 с/скан. |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 40, 46 | ±17 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0–360 | ±90 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 1,6 | 0,71 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 1,6 | 0,71 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 24 150 | 24 150 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,53 | 0,6 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 100 | 578 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 30,6 | 2,57 |
| Длительность импульсов, мкс | 1 700 | 1,6 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 180 | 2 776 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 0,0003118 | Н/п |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 30,6 | 0,44 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 5 | 7 |

## 7.10 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 35,5–36,0 ГГц

Типовые характеристики РСА, радиолокационных высотомеров и радаров контроля осадков, работающих в полосе частот 35,5–36,0 ГГц, приведены в таблице 18.

ТАБЛИЦА 18

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной), работающих в полосе частот 35,5–36,0 ГГц

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ALT-J1 | ALT-J2 (Примечание 1) | ALT-J3 | SAR-J1 (Примечание 2) | PR-J1 | PR-J2 | PR-J3 | PR-J4 |
| Тип датчика | Высотомер | Высотомер | Высотомер | РСА | Радар контроля осадков | Радар контроля осадков | Радар контроля осадков | Радарконтроля осадков |
| Тип орбиты | ССО | НСС | НСС | ССО | ССО | НСС | НСС | НСС |
| Высота, км | 800 | 891 | 714 | 780 | 650 | 407 | 410 | 600 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,53 | 77,6 | 92 | 98,6 | 98,2 | 65 | 50 | 50 |
| Местное солнечное время восходящего узла(1) | 18:00 | Н/п | Н/п | 18:00 | 13:00 | Н/п | Н/п | Н/п |
| Период повторения, дни | 35 | 22 | 367 | 11 | 53 | 82 | 11 | 6 |
| Размер/диаметр антенны | 1,0 м | 5 × 0,26 м | 1,4 × 1,25 м | 3 × 0,6 м (передача), 3 × 2 м (прием) | 2,5 × 5 м | 0,8 × 0,816 м | 1,2 м | 2,1 м |
| Пиковое усиление антенны на передачу, дБи | 49,3 | 48,5 | 50,2 | 49,5 | 60,4 | 47,4 | 47 | 55 |
| Пиковое усиление антенны на прием, дБи | 49,3 | 48,5 | 50,2 | 55,0 | 60,4 | 47,4 | 47 | 55 |
| Поляризация | Круговая | H, V | Линейная | H, V | H, V | H | HH | HH, HV |
| Частота или период сканирования по азимуту, об./мин или с/скан. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 с/скан.(2) | 0,7 с/скан. | 0,42 с/скан. |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 | 0 | 0 | 30 | ±2,4 | ±17 | ±20 | ±31 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0 | 0 | 0 | 90 | 90 | 90 | ±90 | ±90 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,6 | 2,7 | 0,4 | 2,9 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | 0,28 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,6 | 10 | 0,4 | 0,16 | 0,1 | 0,7 | 0,7 | 0,25 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 35 750 | 35 750 | 35 750 | 35 750 | 35 600 | 35 547, 35 553 | 35 547, 35 553 | 35 526, 35 542, 35 558, 35 574 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 480 | 210 | 500 | 40 | 2,5 | 0,6 + 0,6, 0,3 + 0,3 | 0,6 × 2 | 8 × 4 |

ТАБЛИЦА 18 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ALT-J1 | ALT-J2 (Примечание 1) | ALT-J3 | SAR-J1 (Примечание 2) | PR-J1 | PR-J2 | PR-J3 | PR-J4 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 2 | 1 368 | 3,8(3); 4,3 (4) | 3 000 | 1 500 | 140 | 150 | 300 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 0,856 | 40,51 | 3,4(3); 1,3(4) | 300 | 19,3 | 2,56 | 27 | 54 |
| Длительность импульсов, мкс | 107 | 6,7 | 49(3); 18(4) | 36,1 | 1,67 | 1,6; 3,2 | 1,6/10/20/40 | 40 |
| Максимальная частота повторения импульсов (PRF), Гц | 4 000 | 4 420 | 18 000(3);15 500–16 800(4) | 2 770 | 7 700 | 4 485 | 4 500 | 4 500 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | 4,49 | 31,34 | 10,2(3); 27,8(4) | 1,108 | 1,54 | Н/п(1) | 0,015–0,375 | 0,2 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 42,8 | 2,96 | 88,2(3); 29,1(4) | 10,0 | 1,28 | 1,83 | 0,7–18 | 18 |
| Средняя э.и.и.м., дБВт | 48,6 | 64,6 | 55,5 (3); 51,2 (4) | 84,3 | 73,3 | 47,1 | 61,4 | 72,4 |
| Пиковая э.и.и.м., дБВт | 52,3 | 79,9 | 56 (3); 56,6 (4) | 74,3 | 92,2 | 68,9 | 68,8 | 79,8 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 3,9 | 4 | 4,1 | 4,5 | 4 | 6,3 | 6 | 3,5 |
| (1) Немодулированный импульс.(2) Период сканирования по азимуту в секундах на одно сканирование – это длительность одного полного цикла поперечного сканирования.(3) Закрытый импульсный режим (closed burst mode).(4) Открытый импульсный режим (open burst mode). |
| ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Этот высотомер представляет собой радиолокационный интерферометрический прибор с двумя антеннами РСА диапазона Ka на противоположных концах 10‑метровой балки, каждая из которых ведет передачу и прием импульсов по обе стороны от орбитальной траектории. Углы обзора составляют менее 4,5º, что дает полосу обзора шириной в 120 км. Ширина полосы частот, равная 210 МГц, обеспечивает поперечное разрешение на местности от 10 м на дальней границе полосы обзора до приблизительно 60 м на ближней границе полосы обзора. Разрешение около 2 м в продольном направлении достигается путем синтезирования апертуры.ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Проект запуска спутников с РСА диапазона Ka для однопроходных интерферометрических измерений находится еще на стадии концептуального планирования. Рассматривается возможность запуска одиночного спутника с несколькими антеннами или двух спутников в составе группировки. |

##

## 7.11 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 78–79 ГГц

Типовые характеристики бортовых космических радиолокаторов, работающих в полосе частот 78−79 ГГц (в том числе конкретного радиолокатора, взятого в качестве примера), приведены в таблице 19.

ТАБЛИЦА 19

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 78–79 ГГц

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | PR-K1 |
| Тип датчика | Радар контроля осадков |
| Тип орбиты | Круговая, НСС |
| Высота, км | 400 |
| Наклонение орбиты, градусы | 60 |
| Период повторения, дни | 23 |
| Тип антенны | Параболический отражатель |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 61,7 |
| Поляризация | Линейная (H) |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0,197 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 |
| Азимут луча антенны, градусы | ±17 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,71 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,71 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 78,500 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,8 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 1 000 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 14 |
| Длительность импульса, мкс | 3,33 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 4 250 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | Н/п |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 1,42 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 3 |

## 7.12 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 94–94,1 ГГц

В таблице 20 показаны типовые характеристики радаров профилирования облачности, работающих в полосе частот 94–94,1 ГГц.

ТАБЛИЦА 20

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 94–94,1 ГГц

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | CPR-L1 | CPR-L2 |
| Тип датчика | Радар профилирования облачности | Радар профилирования облачности |
| Тип орбиты | ССО | ССО |
| Высота, км | 705 | 393 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,2 | 97 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 13:30 | 02:00 |
| Период повторения, дни | 16 | 25 |
| Тип антенны | Параболический отражатель с антенной Кассегрена со смещенным облучателем | Параболический отражатель |
| Диаметр антенны, м | 1,85–2,5 | 2,5 |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 63,1–65,2 | 66 |
| Поляризация | Линейная | ЛСКП (на прием)ПСКП (на передачу) |
| Угол падения луча антенны на поверхность Земли, градусы | 0 | 0 |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 | 0 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0 | 0 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,12 | 0,095 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,12 | 0,095 |
| Ширина диаграммы направленности антенны, градусы | 0,095–0,108 | 0,095 |
| Центральная частота радиосигнала, МГц | 94,050 | 94,050 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,36 | 7 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 1 000 | 2 200 |
| Средняя мощность передаваемого сигнала, Вт | 21,31 | 44 |
| Длительность импульсов, мкс | 3,33 | 3,3 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 4 300 | 1 800–7 500 |
| Крутизна внутриимпульсной перестройки частоты, МГц/мкс | Н/п(1) | 2,1 |
| Коэффициент заполнения передаваемого сигнала, % | 1,33 | 2 |
| Минимальная чувствительность, dBZ | −30...−35 | −30...−35 |
| Горизонтальное разрешение | 0,7–1,9 км | 800 м |
| Вертикальное разрешение, м | 250–500 | 500 |
| Диапазон доплеровских скоростей, м/с | ±10 | ±10 |
| Погрешность определения доплеровской скорости, м/с | 1 | 1 |
| Коэффициент шума системы, дБ | 7 | 7 |
| (1) Этот датчик использует немодулированные импульсы. |

## 7.13 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 133,5–134 ГГц

В таблице 21 приведены типовые характеристики радара профилирования облачности с центральной частотой 133,75 ГГц. Столь высокие частоты необходимы для обеспечения чувствительности к мелким частицам льда.

ТАБЛИЦА 21

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 133,5–134 ГГц

| Параметр | CPR-M1 |
| --- | --- |
| Тип датчика | Радар профилирования облачности |
| Тип орбиты | ССО |
| Высота, км | 705 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,2 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 13:30 |
| Период повторения, дни | 16 |
| Диаметр антенны, м | 3 |
| Пиковое усиление антенны(на прием и передачу), дБи | 75 |
| Поляризация | Линейная |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,043 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,043 |
| Центральная частота радиосигнала, ГГц | 133,75 |
| Центральная полосы РЧ, МГц | 0,65 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 300 |
| Длительность импульса, мкс | 1,6 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 4 000 |
| Разрешение по дальности, м | 250 |
| Горизонтальное разрешение  | 0,2 × 0,7 км |
| Коэффициент шума системы, дБ | 8 |

## 7.14 Типовые параметры активных датчиков, работающих в полосе частот 237,9–238 ГГц

В таблице 22 приведены типовые характеристики радара профилирования облачности с центральной частотой 237,95 ГГц. Столь высокие частоты необходимы для обеспечения чувствительности к мелким частицам льда.

ТАБЛИЦА 22

Характеристики датчиков систем ССИЗ (активной),
работающих в полосе частот 237,9–238 ГГц

| Параметр | CPR-N1 |
| --- | --- |
| Тип датчика | Радар профилирования облачности |
| Тип орбиты | ССО |
| Высота, км | 705 |
| Наклонение орбиты, градусы | 98,2 |
| Местное солнечное время восходящего узла | 13:30 |
| Период повторения, дни | 16 |
| Диаметр антенны, м | 3 |
| Пиковое усиление антенны (на прием и передачу), дБи | 78 |
| Поляризация | Линейная |
| Частота сканирования по азимуту, об./мин | 0 |
| Угол обзора луча антенны, градусы | 0 |
| Азимут луча антенны, градусы | 0 |
| Ширина луча антенны по углу места, градусы | 0,024 |
| Ширина луча антенны по азимуту, градусы | 0,024 |
| Центральная частота радиосигнала, ГГц | 237,95 |
| Ширина полосы РЧ, МГц | 0,65 |
| Пиковая мощность передаваемого сигнала, Вт | 80 |
| Длительность импульсов, мкс | 1,6 |
| Частота повторения импульсов (PRF), Гц | 4 000 |
| Разрешение по дальности, м | 250 |
| Горизонтальное разрешение | 0,1 × 0,7 км |
| Коэффициент шума системы, дБ | 11 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_