

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БЮДЖЕТА
РАДИОЛИНИЙ МЕТОДА ОРБИТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ИНЦИДЕНТОВ
ПО ВИНЕ ОПЕРАТОРА СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

Для реализации метода орбитального мониторинга инцидентов по вине оператора системы ГЛОНАСС [1] необходимо увеличить ширину диаграммы направленности (ДН) антенны передатчика радионавигационных сигналов спутника до 60° [2]. Однако увеличение ширины ДН приведет к ослаблению навигационного сигнала, передаваемого со спутника, и нарушит его прием потребителем, что сделает невозможным решение навигационной задачи с помощью навигационной аппаратуры потребителей (НАП). Устранить этот недостаток можно двумя путями:

1) установить на НАП слабонаправленную приемную антенну с нужным коэффициентом усиления;

2) увеличить мощность бортового передатчика навигационных сигналов.

Первый путь позволяет решить эту проблему, но доработка НАП повлечет за собой материальные затраты и технические трудности, которые будут вызваны необходимостью модернизации всего работающего парка аппаратуры потребителей, а также увеличением энергопотребления НАП.

Второй путь более предпочтителен, так как позволяет решить эту проблему с меньшими материальными затратами и техническими трудностями, чем в первом случае, и к тому же позволит решить ряд дополнительных задач.

Для определения мощности бортового передатчика $G_{\text{прд}}$, которая обеспечила бы при увеличении ширины ДН передающей антенны до 60° мощность принимаемого потребителем навигационного сигнала на прежнем уровне, был произведен энергетический расчет радиолиний подсистемы орбитального мониторинга инцидентов по вине оператора системы ГЛОНАСС.

При расчетах использовались следующие исходные данные [3]:

- коэффициент усиления приемной антенны НАП по мощности $G_{\text{прм}} = 0$ дБ;

- чувствительность приемника НАП $P_{\text{прм}} = -158 : -161$ дБ;

- расстояние от спутника до НАП $d_{\text{ка-нап}} = 19100 - 25000$ км;

- расстояние от спутника до спутника $d_{\text{ка-ка}} = 56000$ км;

- длина волны навигационного сигнала в диапазоне $L_1 - I = 0,19$ м;

- ослабление сигнала в атмосфере $L_{\text{атм}} = 0,6 - 1,4$ дБ;

- суммарные потери мощности сигнала в НАП (в антенне, на многолучевость, поляризацию)

$L_{\text{пот}} = 4$ дБ.

Основные потери энергии сигнала при распространении в свободном пространстве определяются по формуле:

$$L_{\text{св}} = (4\pi d/l)^2, \quad (1)$$

где d — расстояние между передающей и приемной антенной [м];

$l = c/f$ — длина волны [м], где $c = 3 \cdot 10^8$ [м/с] — скорость света; f — частота сигнала [Гц].

Подставив численные значения в выражение (1), получим:

$$L_{\text{св.min}} = (4\pi \cdot 19,1 \cdot 10^6 \text{ м} / 0,19 \text{ м})^2 = 1,6 \cdot 10^{18} \text{ (182 дБ)};$$

$$L_{\text{св.max}} = (4\pi \cdot 25,0 \cdot 10^6 \text{ м} / 0,19 \text{ м})^2 = 2,7 \cdot 10^{18} \text{ (184,4 дБ)}.$$

Коэффициент усиления передающей антенны по мощности определяется по формуле:

$$G_{\text{прд}} = 32000/Q^2, \quad (2)$$

где Q — ширина диаграммы направленности антенны [град].



Подставив численные значения в выражение (2), получим:

$$G_{\text{прд}} = 32000/60^2 = 32000/3600 = 8,89 \text{ (9,5 дБ)}.$$

Мощность бортового передатчика навигационных сигналов определяется по формуле:

$$P_{\text{прд}} = P_{\text{прм}} - G_{\text{прд}} - G_{\text{прм}} + L_{\text{св}} + L_{\text{пот}}. \quad (3)$$

Подставив численные значения в выражение (3), получим:

$$P_{\text{прд}}(L_{\text{св.min}}) = -158 - 9,5 - 0 + 182 + 0,6 + 4 = 19,1 \text{ дБ (82 Вт)};$$

$$P_{\text{прд}}(L_{\text{св.max}}) = -161 - 9,5 - 0 + 184,4 + 1,6 + 4 = 19,5 \text{ дБ (90 Вт)}.$$

Таким образом, энергетический расчет радиолиний подсистемы орбитального мониторинга инцидентов по вине оператора системы ГЛОНАСС показывает, что мощность бортового передатчика $P_{\text{прд}}$ при увеличении ширины ДН передающей антенны до 60° должна составлять 90–100 Вт, для того чтобы обеспечить мощность принимаемого потребителями навигационного сигнала на прежнем уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сенаторов М. Ю., Сятковский Р. Б. О безопасности глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС // Безопасность информационных технологий. 2011. № 1.
2. Сенаторов М. Ю., Сятковский Р. Б. Обеспечение функционирования метода орбитального мониторинга инцидентов по вине оператора системы ГЛОНАСС // Безопасность информационных технологий. 2013. № 3.
3. ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ (редакция 5.1) 2008 г.

