

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОХОЖДЕНИЯ СИГНАЛОВ СРНС ГЛОНАСС И GPS НА ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ КООРДИНАТ

*Рассматривается влияние условий прохождения СРНС ГЛОНАСС И GPS на погрешность определения относительных координат.*

*Ключевые слова: задержка сигнала, многолучевость, погрешность, частота, навигационный космический аппарат.*

Предварительный анализ показывает, что существенным источником погрешности является разность условий прохождения сигналов НКА систем ГЛОНАСС и GPS [1; 2], что влечет за собой разность задержек сигнала, которая может привести к дополнительной систематической погрешности определения относительных координат.

Разность задержек сигнала может происходить по ряду причин. Во-первых, это влияние ионосферы и тропосферы. В разных точках, где установлена АРН, могут различаться параметры ионосферы и тропосферы, влияющие на величину задержки сигнала. Это различие носит случайный характер, но с увеличением расстояния между антеннами эта погрешность будет увеличиваться, в следствии того, что свойства ионосферы и тропосферы будут все больше отличаться. При разнесении антенн АРН на расстояние более 100 км разность атмосферной погрешности сигнала от одного НКА может достигать нескольких метров.

Еще одним существенным источником погрешности является погрешность, обусловленная интерференцией в месте приема [3]. Данная погрешность измерения фазы сигнала вызвана интерференцией на приемной антенне основного сигнала и сигналов, отраженных от местных предметов. Часто эту составляющую погрешности называют погрешностью многолучевости. Погрешность многолучевости зависит от конкретных условий работы АРН и, как правило, не может быть спрогнозирована заранее. Для большинства случаев эта погрешность может рассматриваться как случайная низкочастотная составляющая.

Значение погрешности измерения параметров сигналов, обусловленное многолучевым распространением, трудно поддается оценке ввиду нестационарности интерферирующих сигналов. Наличие вблизи от антенны объектов с большой эффективной отражающей поверхностью, например, металлических конструкций, может вообще сделать невозможным измерения, за счет привнесения в результаты anomalно больших погрешностей измерения фазы. Для измерений задержки по дальномерному коду, данная погрешность при неблагоприятных условиях может составлять десятки наносекунд. Для АРН, которая проводит измерения по фазе несущей частоты сигнала НКА, влияние интерференции прямого и отраженных сигналов может оказаться недопустимо большим. Оно способно полностью разрушить фазовую информацию о задержке (приращении задержки) сигнала и привести к неработос-

пособности фазовых алгоритмов определения навигационных параметров. При этом сигналы НКА могут приниматься, причем с достаточным отношением сигнал/шум, что затрудняет при решении навигационной задачи применение весовой обработки сигналов с целью уменьшения негативного влияния интерференционной погрешности. В связи с этим, для фазовой аппаратуры систем ГЛОНАСС и GPS должны быть, безусловно, обеспечены условия приема, гарантирующие отсутствие интенсивных отраженных сигналов. Разумеется, данное обстоятельство является серьезным ограничением, уменьшающим область возможных применений фазовой АРН.

На величину погрешности многолучевости большое влияние оказывает форма диаграммы направленности антенн АРН, наличие боковых и задних лепестков диаграммы направленности. Причем важно контролировать форму диаграммы направленности не только по основной (круговой правой) поляризации, но и по обратной (левой) поляризации, поскольку отраженные сигналы как раз имеют обратную поляризацию.

Методами борьбы с данной составляющей погрешности являются отказ от работы с сигналами НКА, имеющими малые углы возвышения («сужение» диаграммы направленности), формирование диаграммы направленности с малым уровнем боковых и задних лепестков, оптимальное размещение антенн на объекте, минимизирующее попадание отраженных сигналов в раскрыв диаграммы направленности антенн. Перспективным для борьбы с данной погрешностью является комплексирование АРН с дополнительными независимыми источниками навигационной информации, например, инерциальными датчиками.

### Библиографические ссылки

1. Conley R., Lavrakas J. W. The world after Selective Availability // Proceedings of ION GPS-99. The Satellite Division of the Institute of Navigation 12th International Technical Meeting. Nashville, Tennessee, September 14–17, 1999. P. 1353–1361.
2. Camargo P. O., Monico J. F. G., Ferreira L. D. D. Application of ionospheric corrections in the equatorial region for L1 GPS users // Earth Planets Space. 2000. Vol. 52. P. 1083–1089.
3. Липкин И. А. Спутниковые навигационные системы. М. : Вузовская книга, 2001.

E. N. Garin

**THE INFLUENCE OF CONDITIONS FOR PASSING GLONASS AND GPS SATELLITE RADIO NAVIGATION SIGNALS ON THE ERRORS OF DEFINING RELATIVE COORDINATES**

*The influence of the conditions for passing GLONASS and GPS satellite radio navigation signals on the errors of defining relative coordinates is overlooked.*

*Keywords: signal delay, multipath propagation, error, frequency, navigation spacecraft.*

©Гарин Е. Н., 2010

УДК 621.45 – 181.4:629.78

Е. М. Краева

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБТЕКАНИЯ РЕШЕТКИ ПРОФИЛЕЙ МАЛОРАСХОДНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ПОТОКОМ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ\***

*С учетом конструктивных особенностей проточной части рабочего колеса малорасходного центробежного насоса выполнен анализ обтекания решетки профилей потока вязкой жидкости. Выполнен расчет параметров пограничного слоя.*

*Ключевые слова: гидродинамика, малорасходный центробежный насос, рабочее колесо, пограничный слой, степень диффузорности.*

В анализе принято значение степени диффузорности канала рабочего колеса (РК) насоса, при котором на рабочей (напорной) стороне лопатки реализуется безотрывное обтекание профиля, а отрыв с развитием спутного потока реализуется на тыльной стороне профиля лопатки. Эта особенность гидродинамики РК МН была экспериментально изучена при визуализации и испытаниях [1]. Критическое значение степени диффузорности  $\bar{W}$  в экспериментах находилось по непосредственному измерению параметров и реализуемому КПД насоса. В определенную таким образом величину  $\bar{W}$  не входят в явном виде такие важные характеристики РК как густота решетки  $\tau$ , распределение скоростей по контурам профиля лопатки, параметры пограничного слоя и их изменения по длине канала.

К параметрам, характеризующим пограничный слой, как правило, относят [2] не саму толщину пограничного слоя  $\delta$ , в пределах которой величина скорости потока  $W_x$  отличается на 1 % от скорости ядра  $W_k$ , а толщину вытеснения динамического пограничного слоя  $\delta^*$ , соответствующую расстоянию, на которое сдвигаются от профиля лопатки линии тока внешнего течения вследствие образования пограничного слоя. Это позволяет при определении расхода вязкой жидкости принимать поток невязким, но считать, что он отгеснен от поверхности лопатки на величину  $\delta^*$ . Значение толщины вытеснения находим из выражения [2]

$$W_k \delta^* = \int_0^{\delta} (W_k - W_x) dn, \quad (1)$$

где  $W_x$  – текущее значение скорости потока в пограничном слое.

Так как при  $n \rightarrow \infty$ ;  $W_x \rightarrow W_k$  подынтегральное выражение стремится к нулю, тогда получим

$$\delta^* = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{W_x}{W_k}\right) dn$$

или

$$W_k \delta^* = \int_0^{\delta} (W_k - W_x) dn = \int_0^{\infty} (W_k - W_x) dn. \quad (2)$$

Аналогично для толщины потери импульса

$$W_k^2 \delta^{**} = \int_0^{\delta} W_x (W_k - W_x) dn. \quad (3)$$

Для анализа, в силу осесимметричности степени сдвига потока в радиальной плоскости по шагу решетки, действительный трехмерный поток в РК МН условно разделяем на два: внешнее ядро потока (вне пограничного слоя) и пограничный слой, в котором проявляются силы вязкости.

При профилировании и расчете течения в круговых решетках лопаточных машин целесообразно использовать соответствующие исследования прямых решеток, и все изученные свойства потока через прямые решетки непосредственно распространить на круговые решетки. При этом наиболее эффективно применение метода конформных отображений [3].

\* Работа выполнена при поддержке грантов: АВИЦП РПН ВШ № 2.1.2/802.