

# Влияние рассинхронизации измерений на точность работы алгоритма инерциально-спутниковой ориентации, использующего информацию, накопленную на скользящем интервале наблюдения

## Качанов Б.О.

д.т.н., МНПК «Авионина», г. Москва

## Толстолужинский Е.Ю.

кандидат технических наук, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

## Аннотация

Представлены результаты исследования влияния рассогласования измерений на работу алгоритма инерциально-спутниковой ориентации.

**Ключевые слова:** рассинхронизация; инерциально-спутниковая ориентация; скользящий интервал наблюдения; алгоритм, пилотажный угол.

## Введение

Чтобы обеспечить требуемую точность определений при комплексировании инерциальных и спутниковых систем необходима синхронизация их измерений, для чего применяются специальные средства [1].

В работах [2, 3] описан алгоритм инерциально-спутниковой ориентации использующий измерения, накопленные на скользящем интервале наблюдения. В настоящей статье рассмотрено влияние рассинхронизации измерений инерциальных датчиков и приёмника спутниковой навигационной системы на точность определения пилотажных углов по предложенному алгоритму.

## Влияние рассинхронизации измерений на точность определения пилотажных углов

Для исследования работы алгоритма использовались измерения, взятые из реального полёта беспилотного летательного аппарата массой около 100 кг. К сглаженным и согласованным полётным данным добавлялись ошибки измерений различного рода моделей. При этом моделировались следующие ошибки измерений: смещения нулей ДУС  $0,01^\circ/\text{с}$ ; СКО шума ДУС  $0,1^\circ/\text{с}$ ; смещения нулей ДЛУ  $0,01 \text{ м}/\text{с}^2$ ; СКО шума ДЛУ  $0,1 \text{ м}/\text{с}^2$ ; постоянные ошибки в измерении скорости от приёмника СНС  $1 \text{ м}/\text{с}$  и шум с СКО  $0,05 \text{ м}/\text{с}$ . Частота регистрации измерений приёмника СНС принималась равной 10 Гц, частота регистрации измерений ДУС и ДЛУ 100 Гц. Длина скользящего интервала наблюдения подобрана так, чтобы ошибки оценивания углов были наименьшими, и для выбранного летательного аппарата составила 15 секунд.

Полагается, что информация, поступающая от инерциальных датчиков, является актуальной по времени, а информация, поступающая от приёмника СНС, может иметь задержки. Поэтому рассмотрено влияние запаздывание измерений от приёмника СНС относительно измерений инерциальных датчиков. Для этого выполнялся сдвиг измерений от приёмника СНС на различную величину вплоть до 0,2 секунды.

На рис. 1 представлены СКО ошибок оценивания и максимальные значения ошибок крена, тангажа и рысканья в зависимости от величины задержки измерений от приёмника СНС.

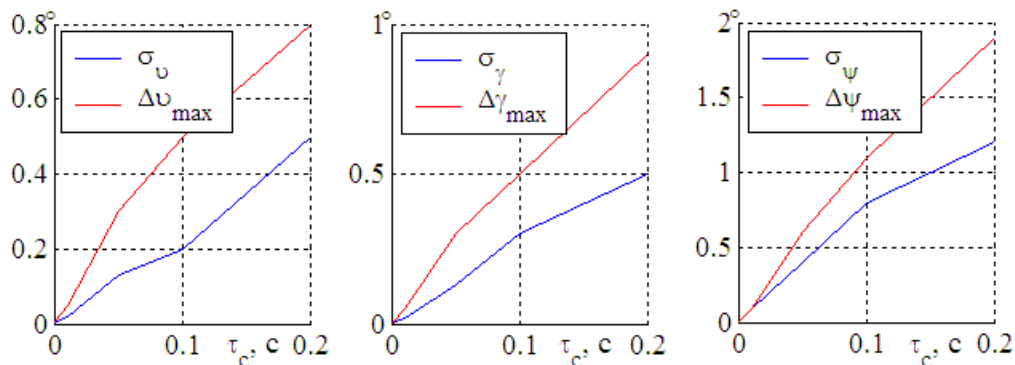


Рис. 1 SKO оценок углов и максимальные значения ошибок углов в зависимости от величины запаздывания измерений от приёмника СНС

На рис. 2 представлены смещения оценок тангажа, крена и рысканья, то есть матожидания их ошибок за весь полёт, в зависимости от величины запаздывания измерений от приёмника СНС.

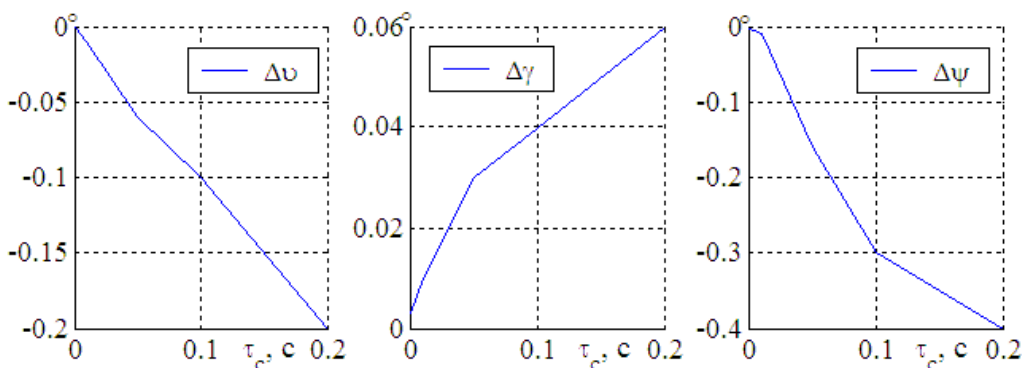


Рис 2. Смещение оценок углов тангажа, крена и рысканья в зависимости от величины запаздывания измерений от приёмника СНС

### Заключение

Проведённые исследования показали, что даже при значительном рассогласовании алгоритм продолжает оставаться работоспособным. При запаздывании измерений на 0,01 секунды точность оценки углов остаётся не хуже 0,1 градуса для крена и тангажа, и не хуже 0,5 градуса для рысканья. Также можно сделать вывод, что при использовании предложенного алгоритма нет необходимости в применении дополнительных средств синхронизации. Хорошая точность работы алгоритма достигается за счёт формирования массива измерений, что позволяет оценить статистические характеристики их ошибок.

### Литература

1. Бакитько Р.В. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. Под ред. Перова А.И., Харисова В.Н. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Радиотехника. 2010. 800 с. : ил.
2. Качанов Б.О., Толстолужинский Е.Ю. Контроль углов ориентации летательного аппарата с помощью спутниковой навигационной системы // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2010. №5. С. 33–43.
3. Качанов Б.О., Толстолужинский Е.Ю. Алгоритм определения параметров ориентации летательного аппарата при комплексировании инерциальных датчиков и приёмника спутниковой системы // Новости навигации. 2013. №1. С. 26–31.

**Для цитирования:**

Качанов Б.О., Толстолужинский Е.Ю. Влияние рассинхронизации измерений на точность работы алгоритма инерциально-спутниковой ориентации использующего информацию, накопленную на скользящем интервале наблюдения // *i-methods*. 2013. Т. 5. № 2. С. 5–7.

---

## The impact of resynchronization of measurements on the accuracy of the algorithm of inertial-satellite orientation using the information accumulated on the sliding interval of observation

**Kachanov B.O.**

Ph.D., MNPК "avionics", Moscow

**Tolstoluzhsky E.Y.**

Ph.D., Military educational scientific center air force "air force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin", Voronezh;

**Abstract**

Presents the results of research of impact resynchronization measurement algorithm inertial-satellite orientation.

**Keywords:** out of sync; inertial-satellite orientation; sliding observation interval; algorithm, the flight angle.

**References**

1. GLONASS. The principles of construction and operation / bakit'ko, R.V. [and others] ; ed. by A.I. Perov, V.N. Kharisova. Ed. 4–e, Rev. and supplementary Moscow: Radiotekhnika. 2010. 800 p.: ill.
2. Kachanov B.O. Control of the orientation angles of the aircraft using satellite navigation system / B. O. Kachanov, E. Y. Tolstoluzhsky // *Devices and systems. Management, control, diagnostics*. 2010. No. 5. p. 33–43.
3. Kachanov B.O. Algorithm for determining the orientation parameters of the aircraft when integrating inertial sensors and GNSS receiver system / Kachanov B.O., Tolstoluzhsky E.Y. // *news navigation*. 2013. No. 1. p. 26–31.

**For citation:**

Kachanov B.O. Tolstoluzhsky E.Y. The impact of resynchronization of measurements on the accuracy of the algorithm of inertial-satellite orientation using the information accumulated on the sliding interval of observation // *i-methods*. 2013. Vol. 5. No. 2. Pp. 5–7.