

Электронный научный журнал "Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках" <http://mathmod.esrae.ru/>

URL статьи: mathmod.esrae.ru/38-142

Ссылка для цитирования этой статьи:

Худаев Д.В. Определение начального курса судна методом модуляционного вращения // Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках. 2022. №2

УДК 681.51

DOI: 10.24412/2541-9269-2022-2-31-33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОГО КУРСА СУДНА МЕТОДОМ МОДУЛЯЦИОННОГО ВРАЩЕНИЯ

Худаев Д.В.¹

¹ПАО «ПНППК», Россия, Пермь

DETERMINATION INITIAL SHIP COURSE BY THE MODULATION ROTATION METHOD

Khudaev D.V.¹

¹Perm scientific-industrial instrument making company, Russia, Perm

Аннотация. Рассмотрена методика определения начального курса судна методом модуляционного вращения, при условии неопределённости параметров закона вращения корабля за время выставки. Приведены результаты моделирования работы алгоритма.

Ключевые слова: курс судна, метод модуляционного вращения, моделирование

Abstract. The method of determining the initial course of the vessel by the method of modulating rotation, under the condition of uncertainty of the parameters of the law of rotation of the ship during the exhibition, is considered. The results of modeling the operation of the algorithm are presented.

Keywords: ship's course, modulation rotation method, simulation

Введение. В настоящее время в инерциальной навигации широко распространено использование волоконно-оптических гироскопов в качестве датчиков угловой скорости^[1]. Как и у многих других датчиков, одной из погрешностей волоконно-оптического гироскопа, влияющих не только на ошибку определения угла курса, но и на удержание данного угла, является смещение нулевого сигнала, которое может достигать порядка 10^{-2} °/час в пуске. Для определения и списания данной погрешности можно использовать различные методы, например комплексирование с сигналом спутника^[2], двойное гирокомпасирование или метод модуляционного вращения^[4]. В данном докладе будет рассматриваться использование метода модуляционного вращения для определения начального курса судна при помощи волоконно-

оптических гироскопов при условии неизвестности параметров закона вращения корабля вокруг своей вертикальной оси за время выставки системы.

Постановка задачи. Рассматривается блок ортогональных гироскопов, вертикальная ось чувствительности которого совпадает с вертикальной осью судна, а продольная и поперечная оси чувствительности расположены в плоскости горизонта. Данный блок гироскопов вращается относительно корпуса прибора вокруг вертикальной оси с постоянной скоростью модуляции ω_M . Сам корабль совершает вращение вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью $\omega_{\delta\delta}$, которая является неизвестной. Тогда показания горизонтальных гироскопов X и Z можно записать в следующем виде:

$$\omega_X = U \cos \varphi \cos(\psi_0 + \omega_M t + \omega_{\delta\delta} t) + \omega_X^0 + \omega_X^{cl} \quad (1)$$

$$\omega_Z = U \cos \varphi \sin(\psi_0 + \omega_M t + \omega_{\delta\delta} t) + \omega_Z^0 + \omega_Z^{cl} \quad (2)$$

где, ω_X и ω_Z - показания горизонтальных гироскопов, U - угловая скорость вращения Земли, φ - широта места, ψ_0 - начальный курс судна, t - время выставки, ω_X^0 и ω_Z^0 - смещения нулевых сигналов горизонтальных гироскопов, ω_X^{cl} и ω_Z^{cl} - шумовые составляющие показаний горизонтальных гироскопов.

Таким образом ставится задача оценивания начального курса судна ψ_0 по показаниям гироскопов (1) и (2) при неизвестной скорости поворота судна $\omega_{\delta\delta}$, где вместо $\omega_M t$ используются показания датчика угла поворота блока гироскопов относительно корпуса прибора.

Основные этапы решения задачи.

1) За время выставки определить начальный курс судна методом модуляционного вращения по показаниям датчика угла (без учёта вращения корабля). Предполагается, что в таком случае ошибка оценивания угла курса будет равно половине угла поворота судна за время выставки.

2) По набору данных из пункта 1 определить курс судна методом модуляционного вращения используя показания вертикального гироскопа вместо показаний датчика угла. В данном случае предполагается, что ошибка оценивания угла курса будет равна половине дрейфа вертикального гироскопа умноженному на время выставки.

3) По полученным в пунктах 1 и 2 оценкам угла курса произвести новый расчёт угла курса методом модуляционного вращения, добавив их в расчёт.

4) По полученным оценкам угла курса в пунктах 1 и 3 оценить угол поворота корабля и угловую скорость $\omega_{\delta\delta}$ и при необходимости произвести новую оценку угла курса.

Заключение. Разработана методика определения начального курса судна методом модуляционного вращения, при неизвестных параметрах закона вращения корабля вокруг собственной вертикальной оси. По модельным данным произведено моделирование работы описанного ранее алгоритма: при заданных параметрах вращения корабля $\omega_{\delta\delta} = 5$ °/час и дрейфа вертикального гироскопа в пуске $\omega_y^0 = 0,035$ °/час, ошибка определения угла курса составила 0,0036 °.

Литература

1. Пешехонов В. Г., Перспективы развития гироскопии // Гироскопия и навигация. 2020. Том 28. №2 (109). С. 3-10. DOI 10.17285/0869-7035.0028.
2. Андропов А. В., Повышение точности позиционирования внутритрубных снарядов с использованием данных ГЛОНАСС/GPS // Сибирский аэрокосмический журнал. 2006. №5 (12).
3. Голяев. Ю.Д., Малогабаритный компас на квазичетырёхчастотном лазерном гироскопе / Ю.Д. Голяев, И.В. Дронов, Ю.Ю. Колбас, В.А. Прядеин, Б.Н. Шпикалов // Вестник МГТУ им. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2012. №3. С. 112-124.
4. Евстифеева О.М., Игнатъев С.В., Чиликин А.И., Алгоритм выставки модуляционного гирокурсоуказателя на волоконно-оптических гироскопах для наземных транспортных средств // Сборник докладов XX научно-технической конференции молодых ученых «Навигация и управление движением». СПб: ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2018. С. 52-57.