

скоростей в конечном положении. В [2,3] при интегрируемости свободной системы отсутствуют дополнительные ограничения, в частности, связанные с малой угловой скоростью вращения руки. В настоящей работе аналитически вычисляется энергия необходимая для перевода манипуляционного робота из начального положения в конечное положение равновесия и время управления. В рассматриваемой процедуре уменьшение энергозатрат приводит к увеличению времени управления, а уменьшение времени управления к росту энергозатрат. Решается оптимизационная задача по сбалансированному уменьшению этих критериев. Анализируется связь различных процедур управления, предложенных в [1,2].

1. Chernousko F.L., Bolotnik N.N., Gradetsky V.G., Manipulation Robots: Dynamics, Control and Optimization, Boca Raton: CRC Press, (1994).
2. Dolgii Y.F., Seseikin A.N., Chupin I.A. Impulse control of the manipulation robot. Ural mathematical journal, 5(2), 13-20, (2019).
3. Chupin, I. A., Dolgii, Y. F., Seseikin, A. N., The controlling of robot with three degrees of freedom, AIP Conference Proceedings; Том 2313, (2020).

DF-ВАРИОМЕТР НА БАЗЕ ОДНОКОМПОНЕНТНОГО АБСОЛЮТНОГО МАГНИТОМЕТРА ПРОТОННОГО ТИПА

Денисов А.Ю.¹, Сапунов В.А.¹, Федоров А.Л.¹, Сергеев А.В.¹, Нархов Е.Д.¹

¹Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: fedorov.fti@gmail.com

DF-VARIOMETER BASED ON A SINGLE-COMPONENT PROTON TYPE ABSOLUTE MAGNETOMETER

Denisov A.Y.¹, Sapunov V.A.¹, Fedorov A.L.¹, Sergeev A.V.¹, Narkhov E.D.¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

DF-variometer based on the POS Overhauser magnetometer and a bias system was created. It is proposed to define the declination angle and modulus of the Earth's field. The calculation of declination is presented. Good determining of angles in a wide range of latitude and field variations is shown.

Создан уникальный DF-вариометр на базе малогабаритного оверхаузеровского магнитометра серии POS [1] и системы высокооднородного подмагничивания (система Гаррета [2]) для измерения компоненты поля [3] и предложена схема высокоточного измерения деклинационного (азимутального) угла D и модуля земного магнитного поля F , см. рис.1.



Рис. 1. Схема измерения (а) с помощью размещенной на немагнитном теодолите Т-30 системы высокооднородного поля (б), совмещенной с оверхаузеровским магнитометром POS (в)

Получена расчётная формула для нахождения угла деклинации земного поля при задании направления базового вектора внешнего поля (I_0 , D_0). Представлены оценки систематической и случайной погрешности определения угла инклинации с учетом погрешностей ориентирования и точности измерения магнитометром POS [4, 5]. Показана хорошая точность определения угла (порядка десятков угловых секунд) в широком диапазоне значений широты и вариаций поля. Например, в диапазоне широт до 70° и относительных вариациях горизонтальной компоненты поля $\delta h/F$ менее $3E-3$ ошибка определения D получается не более 10 секунд. В то же время точность значительно ухудшается в области полярных широт и при сильных магнитных бурях. Например, для угла инклинации порядка 80° и относительной вариации порядка 0,01 (вариация порядка 500 нТл), погрешность определения азимутального угла может достигать 12 угловых минут.

Данная схема измерения может быть легко применена для IF-вариометра, измеряющего угол инклинации I и модуль земного магнитного поля F , располагая ось компонентного магнитометра в вертикальной плоскости, образованной векторами земного поля и его горизонтальной компоненты, перпендикулярно вектору поля.

1. Federal information fund for ensuring the uniformity of measurements (Electronic resource, URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/1383594>, accessed 01.02.2021).
2. M.W. Garrett, J. Appl. Phys. 22(9), 1091–1107 (1951).
3. V. Sapunov, J. Rasson, A. Denisov, D. Saveliev, S. Kiselev, O. Denisova, Y. Podmogov and S. Khomutov, Earth Planets Space 57, 1–6 (2005).
4. A.Yu. Denisov, V.A. Sapunov and O.V. Dikumar, Geomagnetism and Aeronomy 39(6), 737–742 (1999).
5. A.Y. Denisov, V.A. Sapunov and B. Rubinstein, Meas. Sci. Technol. 25, 055103 (2014).