

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259033

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE EFFECT OF PHOTOSENSITIZATION ON THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE FIBER BRAGG GRATING (p. 6–14)

Sandugash Orazaliyeva

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2838-1867>

Gulim Kadirbayeva

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4935-7479>

Katipa Chezhibayeva

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1661-2226>

Currently, fiber Bragg gratings obtained on the basis of photoinduced optical fibers doped with a high concentration of germanium oxide are used as highly sensitive sensors.

However, it is worth noting a significant drawback – the manufacturing technology of optical fibers doped with germanium is expensive.

When recording Bragg gratings in a standard telecommunication fiber, where the molar concentration of germanium in the fiber core is from 3 % to 5 %, interference occurs due to very low and insufficient light sensitivity. Thus, an important role is played by solving the problem of low photosensitivity of standard telecommunication fibers for recording Bragg gratings.

This paper presents the results of studies of the spectral characteristics of fiber Bragg gratings based on standard telecommunication fibers pre-saturated with hydrogen to increase photosensitivity. According to the results obtained, it was found that under the action of UV radiation in the presence of hydrogen, the photosensitivity of the fiber increases and the Bragg wavelength shift is associated with the saturation of the fiber with hydrogen, the effective modulation amplitude of the induced refractive index is equal to 1.2 with a refractive index of 1.438. This work proves that the VBR recorded in the S pre-saturated in hydrogen for 12 days is characterized by increased photosensitivity.

The experimental results obtained make it possible to use a Bragg fiber array based on a standard telecommunications optical fiber saturated with hydrogen in the field of telecommunications, seismology, engineering geology as fiber-optic sensors of pressure, deformation, temperature, rotation and rotation, including in extreme environmental conditions.

Keywords: electronics, telecommunications, Bragg grating, optical fiber, simulation.

References

- Chezhibayeva, K., Konyrova, M., Kumyzbayeva, S., Kadylbekkyzy, E. (2021). Quality assessment of the contact center while implementing the IP IVR system by using teletraffic theory. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (3 (114)), 64–71. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.244976>
- Kukushkin, S. A., Osipov, A. V., Shlyagin, M. G. (2006). Formation of pores in the optical fiber exposed to intense pulsed UV radiation. *Technical Physics*, 51 (8), 1035–1045. doi: <https://doi.org/10.1134/s1063784206080135>
- Swart, P. L., Shlyagin, M. G., Chtcherbakov, A. A., Spirin, V. V. (2002). Photosensitivity measurement in optical fibre with Bragg grating interferometers. *Electronics Letters*, 38 (24), 1508. doi: <https://doi.org/10.1049/el:20021046>
- Agliullin, T. A., Gubaidullin, R. R., Sakhabutdinov, A. Z. (2021). Multi-Sensory Strain Measurement Using Addressed Fiber Bragg Structures in Load Sensing Bearings. 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. doi: <https://doi.org/10.1109/ieeeecon51389.2021.9416075>
- Sun, C., Sun, J., Dong, Y., Cheng, Z., Li, H. (2021). Research on Spectral Characteristics of Phase-Shifted Fiber Bragg Grating and Its Defence Applications. 2021 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture. doi: <https://doi.org/10.1145/3495018.3495286>
- Isah, B. W., Mohamad, H. (2021). Surface-Mounted Bare and Packaged Fiber Bragg Grating Sensors for Measuring Rock Strain in Uniaxial Testing. *Sensors*, 21 (9), 2926. doi: <https://doi.org/10.3390/s21092926>
- Zhang, D., Du, W., Chai, J., Lei, W. (2021). Strain Test Performance of Brillouin Optical Time Domain Analysis and Fiber Bragg Grating Based on Calibration Test. *Sensors and Materials*, 33 (4), 1387. doi: <https://doi.org/10.18494/sam.2021.3255>
- Yiping, W., Wang, M., Huang, X. (2013). In fiber Bragg grating twist sensor based on analysis of polarization dependent loss. *Optics Express*, 21 (10), 11913. doi: <https://doi.org/10.1364/oe.21.011913>
- Chen, L.-W., Felsen, L. (1973). Coupled-mode theory of unstable resonators. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 9 (11), 1102–1113. doi: <https://doi.org/10.1109/jqe.1973.1077409>
- Liaw, S.-K., Tsai, P.-S., Wang, H., Le Minh, H., Ghassemloooy, Z. (2016). FBG-based reconfigurable bidirectional OXC for 8×10Gb/s DWDM transmission. *Optics Communications*, 358, 154–159. doi: <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2015.09.032>
- Hill, K. O., Fujii, Y., Johnson, D. C., Kawasaki, B. S. (1978). Photosensitivity in optical fiber waveguides: Application to reflection filter fabrication. *Applied Physics Letters*, 32 (10), 647–649. doi: <https://doi.org/10.1063/1.89881>
- Varzhel', S. V., Petrov, A. A., Gribaev, A. I., Palanjyan, D. A., Konnov, K. A. (2013). High-performance fiber Bragg gratings exposed by a single 17-ns excimer laser pulse in birefringent optical fiber with an elliptical stress cladding. *Fundamentals of Laser-Assisted Micro- and Nanotechnologies 2013*. doi: <https://doi.org/10.1117/12.2053163>
- Zhang, Y., Tian, Y., Fu, X., Bi, W. (2017). Wide-Range Fiber Bragg Grating Displacement Sensor with Temperature Compensation. 2017 2nd International Conference for Fibre-Optic and Photonic Sensors for Industrial and Safety Applications (OFSIS). doi: <https://doi.org/10.1109/ofsis.2017.11>
- Orazaliyeva, S., Wojcik, W., Yakubova, M., Ongar, B. (2019). Measurement of the veer and rotation of an optical fibre using a bragg grating. *NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 6 (438), 190–196. doi: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170x.170>
- Ran, Y., Jin, L., Tan, Y.-N., Sun, L.-P., Li, J., Guan, B.-O. (2012). Strong Bragg grating inscription in microfibers with 193 nm excimer laser. *Imaging and Applied Optics Technical Papers*. doi: <https://doi.org/10.1364/aio.2012.jw2a.4>
- Lemaire, P. J., Atkins, R. M., Mizrahi, V., Reed, W. A. (1993). High pressure H₂ loading as a technique for achieving ultrahigh UV photosensitivity and thermal sensitivity in GeO₂ doped optical fibres. *Electronics Letters*, 29 (13), 1191. doi: <https://doi.org/10.1049/el:19930796>

17. Liou, C. L., Wang, L. A., Shih, M. C. (1997). Characteristics of hydrogenated fiber Bragg gratings. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*, 64 (2), 191–197. doi: <https://doi.org/10.1007/s003390050463>
18. Becker, M., Elsmann, T., Latka, I., Rothhardt, M., Bartelt, H. (2015). Chirped Phase Mask Interferometer for Fiber Bragg Grating Array Inscription. *Journal of Lightwave Technology*, 33 (10), 2093–2098. doi: <https://doi.org/10.1109/jlt.2015.2394299>
19. Hill, K. O., Malo, B., Bilodeau, E., Johnson, D. C. (1993). Photosensitivity in Optical Fibers. *Annual Review of Materials Science*, 23 (1), 125–157. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ms.23.080193.001013>
20. Atkins, R. (1996). Photosensitivity in optical fibers. *Conference Proceedings LEOS'96 9th Annual Meeting IEEE Lasers and Electro-Optics Society*. doi: <https://doi.org/10.1109/leos.1996.565288>
21. Abdujalilov, J., Yakubova, M., Zhunusov, K., Orazalieva, S., Konshin, S., Yakubov, B., Golubeva, T. (2019). Development of a method to build Fiber Bragg grating-based sensors. *2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. doi: <https://doi.org/10.1109/icisct47635.2019.9011886>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.

DEVELOPMENT OF AN ATRIOVENTRICULAR BLOCK PREDICTION OF METHOD FOR PORTABLE HEART MONITORING SYSTEM (p. 15–27)

Ainur Bekbay

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7963-7439>

Zhadyra Alimbayeva

Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2628-2515>

Chingiz Alimbayev

Institute of Mechanics and Engineering named after U. A. Joldasbekov, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0160-1943>

Nurlan Bayanbay

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4520-4045>

Kassymbek Ozhikenov

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2026-5295>

Yerkat Mukazhanov

Zhetysay University, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9086-021X>

The object of the study is a portable system that allows real-time monitoring of the state of the heart for the timely provision of medical care. The task of detecting atrioventricular (AV) blocks in the conditions of free motor activity of the patient is being solved. To develop a method for detecting AV block, models of the electrical activity of the heart were used to take into account the spatiotemporal organization of the process of spreading excitation, analyze the dynamics of the behavior of the cardiovascular systems (CVS) for any value of the period of atrial excitation, and assess the degree of fitness of the CVS. The proposed method made it possible to determine the heart rate (HR) at which the development of AV block is possible. AV block of the III degree – heart rate 304 bpm; AV block of the II degree with the loss of half of the impulses – heart rate 260 bpm; AV block II degree with loss of individual impulses – heart rate 234 bpm; AV block of the 1st degree – heart rate 200 bpm. Prediction of AV block allows assessing the degree of “training” of the patient’s heart. The obtained quantitative results are consistent with the heart rate

values known to modern health care. The developed method was implemented on the basis of a portable ECG monitoring system previously developed by the authors. Tests of the portable ECG monitoring system indicate an increase in the sensitivity and specificity of diagnosing cardiac arrhythmia and confirm the achievement of the goal of this study: improving the efficiency of diagnostics and expanding the functionality of the portable ECG monitoring system.

Keywords: holter monitor, automatic conclusion, cardiovascular system, cardiovascular disease, life-threatening arrhythmia.

References

1. Timmis, A., Vardas, P., Townsend, N., Torbica, A., Katus, H., De Smedt, D. et. al. (2022). European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2021. *European Heart Journal*, 43 (8), 716–799. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab892>
2. Opoku-Acheampong, A. A., Rosenkranz, R. R., Adhikari, K., Muturi, N., Logan, C., Kidd, T. (2021). Tools for Assessing Cardiovascular Disease Risk Factors in Underserved Young Adult Populations: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (24), 13305. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph182413305>
3. Holter, N. J. (1961). New Method for Heart Studies: Continuous electrocardiography of active subjects over long periods is now practical. *Science*, 134 (3486), 1214–1220. doi: <https://doi.org/10.1126/science.134.3486.1214>
4. Chou, I.-C., Hsueh, H.-C., Lee, R.-G. (2009). Example for mobile ECG holter design using FMEA model. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications*, 21 (01), 61–70. doi: <https://doi.org/10.4015/s101623720900109x>
5. Liu, S.-H., Huang, Y.-F., Chen, C.-R. (2014). The wireless holter ECG system based on Zigbee. *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*.
6. Gabbouj, M., Kiranyaz, S., Malik, J., Zahid, M. U., Ince, T., Chowdhury, M. E. H. et. al. (2022). Robust Peak Detection for Holter ECGs by Self-Organized Operational Neural Networks. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1109/tnnls.2022.3158867>
7. Zbitnieva, V. O., Voloshyna, O. B., Balashova, I. V., Dukova, O. R., Lysyi, I. S. (2021). Incidence of cardiac arrhythmias in patients with COVID-19 infection according to 24-hour electrocardiogram monitoring, Zbitnieva V. O., and etc., *Zaporozhye medical journal*, 23 (6), 759–765. doi: <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2021.6.239243>
8. Basnet, B. K., Manandhar, K., Shrestha, R., Shrestha, S., Thapa, M. (2009). Electrocardiograph and Chest X-ray in Prediction of Left Ventricular Systolic Dysfunction. *Journal of Nepal Medical Association*, 48, 176. doi: <https://doi.org/10.31729/jnma.343>
9. Katscher, U., Weiss, S. (2022). Mapping electric bulk conductivity in the human heart. *Magnetic Resonance in Medicine*, 87 (3), 1500–1506. doi: <https://doi.org/10.1002/mrm.29067>
10. Aliev, R. R. (2010). Computer simulation of the electrical activity of the heart. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 41 (3), 44–63.
11. Noble, D. (1962). A modification of the Hodgkin-Huxley equations applicable to Purkinje fibre action and pacemaker potentials. *The Journal of Physiology*, 160 (2), 317–352. doi: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1962.sp006849>
12. Herve, D., Drouard Haelewyn, C., Rousselot, J. F. (2002). The A.B.C. of ECG. *Pratique Medicale and Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 37 (6), 487–489.
13. Simova, I., Predovski, M., Christov, I., Simov, D. (2017). Remote ECG Interpretation: Guidelines and their Implementation. *2017 Computing in Cardiology Conference (CinC)*. doi: <https://doi.org/10.22489/cinc.2017.366-095>
14. Orlov, V. N. (2017). *Rukovodstvo po elektrokardiografii*. Moscow: 560. Available at: <https://ivgma.ru/attachments/16530>

15. Pravdin, S. F., Epanchintsev, T. I., Nezhobinskii, T. V., Panfilov, A. V. (2020). Induced drift of scroll waves in the Aliev–Panfilov model and in an axisymmetric heart left ventricle. *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, 35 (5), 273–283. doi: <https://doi.org/10.1515/rnam-2020-0023>
16. Li, A., Stroik, D., Schaaf, T., Yuen, S., Kleinboehl, E., Cornea, R. L., Thomas, D. D. (2020). Biophysics of the SERCA2A/DWOLF Complex, Implications for Treatment of Heart Failure. *Biophysical Journal*, 118 (3), 593a. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2019.11.3210>
17. Von Rosenberg, W., Hoting, M.-O., Mandic, D. P. (2019). A physiology based model of heart rate variability. *Biomedical Engineering Letters*, 9 (4), 425–434. doi: <https://doi.org/10.1007/s13534-019-00124-w>
18. Stenzinger, R. V., Tragtenberg, M. H. R. (2022). Cardiac reentry modeled by spatiotemporal chaos in a coupled map lattice. *The European Physical Journal Special Topics*, 231 (5), 847–858. doi: <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00473-1>
19. Alimbayev, C., Alimbayeva, Z., Ozhikenov, K., Bodin, O., Mukazhanov, Y. (2020). Development of measuring system for determining life-threatening cardiac arrhythmias in a patient's free activity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (9 (103)), 12–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.197079>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259935

DETERMINING THE MODE CHARACTERISTICS OF VOLTAGE REGULATOR WITH CAPACITIVE LOAD (p. 28–35)

Yevhen Fediv

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0974-1342>

Olha Sivakova

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4665-0784>

The tasks of dynamic compensation of reactive power are solved by means of flexible AC transmission systems using power electronics devices. The object of this study is a variable voltage regulator with a capacitive load. This paper considered the problem of the efficiency of phase voltage regulation on the capacitor battery to use it as a source to compensate for reactive power. The results of the study are presented, which justify the effectiveness of the technique for obtaining a dynamic source of reactive power based on the use of a thyristor voltage regulator with a capacitive load. A comparative study of two regimes of the regulator was carried out: the phase-controlled mode of closing fully controlled semiconductor gates and the phase-controlled mode for opening single-core semiconductor gates. Analytical expressions for angular characteristics of power according to the main harmonics are derived. It is shown that under the first mode the current through the capacitor is capacitive, which makes it possible to obtain a thyristor-adjustable capacitor battery for dynamic compensation of reactive power in power supply systems. It was found that under the second mode, simultaneously with the regulation of reactive power, there is a phenomenon of consumption from the active power supply network according to the main harmonics. This means that the regulation of current through an ideal capacity using ideal phase-controlled semiconductor gates is accompanied by the consumption of the active component of the current from the power supply network. The resulting component of active power in the electrical circuit without active resistances is proposed to be called “active artificial shear power”. The results have been confirmed by studies on virtual models.

Keywords: voltage regulator, fully controlled semiconductor gate, static reactive power compensator.

References

1. Sanjeevikumar, P., Sharmeela, C., Holm-Nielsen, J. B., Sivaraman, P. (2020). *Power Quality in Modern Power Systems*. Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/c2019-0-05409-x>
2. Muuss, F., Hemdan, N. G. A., Kurrat, M., Unger, D., Engel, B. (2015). Dynamic virtual reactive power plant in active distribution networks. 2015 IEEE Eindhoven PowerTech. doi: <https://doi.org/10.1109/ptc.2015.7232356>
3. Pudjianto, D., Djapic, P., Strbac, G., Stojkovska, B., Ahmadi, A. R., Martinez, I. (2019). Integration of distributed reactive power sources through Virtual Power Plant to provide voltage control to transmission network. 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED-2019). doi: <https://doi.org/10.34890/933>
4. Bertram, R., Schnettler, A. (2017). A control model of virtual power plant with reactive power supply for small signal system stability studies. 2017 IEEE Manchester PowerTech. doi: <https://doi.org/10.1109/ptc.2017.7980838>
5. Dynamic reactive power compensation. Available at: <https://electrical-engineering-portal.com/power-quality-dynamic-reactive-power-compensation>
6. Brian, K., Johnson. (2018). *Fundamental Concepts of Dynamic Reactive Compensation and HVDC Transmission*. University of Idaho.
7. Hingorani, N. G., Gyugyi, L. (2017). *Static Shunt Compensators: SVC and STATCOM. Understanding FACTS*. Wiley 135-207. doi: <https://doi.org/10.1109/9780470546802.ch5>
8. Moghbel, M., Masoum, M. A. S., Fereidouni, A., Deilami, S. (2018). Optimal Sizing, Siting and Operation of Custom Power Devices With STATCOM and APLC Functions for Real-Time Reactive Power and Network Voltage Quality Control of Smart Grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 9 (6), 5564–5575. doi: <https://doi.org/10.1109/tsg.2017.2690681>
9. Hock, R. T., de Novaes, Y. R., Batschauer, A. L. (2018). A Voltage Regulator for Power Quality Improvement in Low-Voltage Distribution Grids. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 33 (3), 2050–2060. doi: <https://doi.org/10.1109/tpel.2017.2693239>
10. Mitra, P., Venayagamoorthy, G. K., Corzine, K. A. (2011). SmartPark as a Virtual STATCOM. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2 (3), 445–455. doi: <https://doi.org/10.1109/tsg.2011.2158330>
11. Compensators – SVC, SSSC and so on using power electronics. Available at: <https://www.edgextech.com/blog/different-types-of-compensators-in-power-electronics/>
12. Rashid, M. H. (2011). *Power electronics handbook: Devices, Circuits, and Applications*. Elsevier. Available at: <https://www.science-direct.com/book/9780123820365/power-electronics-handbook>
13. Fediv, Y., Sivakova, O., Korchak, M. (2020). Multi Operated Virtual Power Plant in Smart Grid. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5 (6), 256–260. doi: <https://doi.org/10.25046/aj050630>
14. Fediv, Y., Sivakova, O., Korchak, M. (2019). Model of Virtual Source of Reactive Power for Smart Electrical Supply Systems. 2019 IEEE 20th International Conference on Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE). doi: <https://doi.org/10.1109/cpee47179.2019.8949159>
15. Ångquist, L. (2002). *Synchronous Voltage Reversal Control of Thyristor Controlled Series Capacitor*. Stockholm. Available at: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:9191/fulltext01.pdf>
16. Sivakova, O., Fediv, Ye. (2010). Osoblyvosti fazovoho tyrstornoho rehuliuвання statychnykh dzherel reaktyvnoi potuzhnosti. *Tekhnichni visti*, 1 (31), 48–50.
17. MathWorks. Available at: <https://www.mathworks.com/help/index.html>
18. Emanuel, A. E. (2010). *Power Definitions and the Physical Mechanism of Power Flow*. John Wiley. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470667149>

19. IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions. doi: <https://doi.org/10.1109/ieeestd.2010.5439063>
20. Solomchak, O. (2013). Reactive power of displacement and distortion. Modern scientific research and their practical application. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/264728984>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259024

IMPROVING AN ANALYTICAL GYROSCOPE AZIMUTH MODE TO COMPENSATE FOR THE BALLISTIC DEVIATION OF A MARINE GYROCOMPASS (p. 36–46)

Sergiy Ivanov

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3001-2451>

Pavlo Oliinyk

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9481-0551>

Gennadii Virchenko

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-4538>

One of the main errors of the gyrocompass is ballistic deviance, which occurs when maneuvering a vessel. This is an important aspect related to solving the issue of navigational safety, which is the object of this research. As part of the study, it is proposed to improve the regime of analytical gyroscope azimuth to compensate for the ballistic deviance of marine gyrocompass, which is the subject of current scientific research.

When using the classic technique for reducing ballistic deviance (physical switching of the device to the mode of gyroscope azimuth), under certain conditions the gyrocompass after the maneuver may not return to the meridian and lose its performance. At the same time, classical algorithmic compensation by calculating ballistic deviance requires information from external devices, such as a lag and/or a GPS receiver (Global Positioning System). To compensate for ballistic deviance, this work has improved the mode of analytical gyroscope azimuth, designed to enhance the accuracy of the marine gyrocompass on the maneuver, by using a third-order filter accelerometer for filtration. This makes it possible to compensate for ballistic deviance and reduce intercardinal deviance during pitching. The current paper proposes a procedure for calculating the switching time between gyrocompass modes, which makes it possible to obtain the predefined value of ballistic deviance. As a result, the improved technique to reduce deviance demonstrates an accuracy comparable to the classical one. When using this technique, the loss by gyrocompass of the properties of selectivity relative to the meridian (indication of the course) is excluded because the device does not switch to a gyroscope azimuth mode.

The proposed observation device can be used on standard gyrocompasses without the need for reconfiguration and achieve the desired value of the residual error of deviance compensation (according to calculations, up to 0.3°).

Keywords: gyrocompass, gyroscope azimuth, analytical gyroscope azimuth regime, ballistic deviance, analytical compensation of errors.

References

1. Zbrutskyi, O. V., Dovhopolyi, A. S., Nesterenko, O. I., Hryhoriev, V. M. (2017). *Hirokompasy dlia navihatsii ta navedennia*. Kyiv: Politehnika, 200.
2. Sharma, P. M. (2011). *Theory of Marine Gyro Compass*. Bhandarkar Publications, 111.
3. Ryzhkov, L. M., Ivanov, S. V. (2006). Shliakhy zabezpechennia funktsionuvannia korektovanoho hirokompasa yak dvorezhymnoho pryladu. V naukovo-tekhnicna konferentsiya “Pryladobuduvannia: stan i perspektyvy”. Kyiv: NTUU “KPI”, 14.
4. Chichinadze, M. V. (2018). Marine Gyrocompasses: Development and Prospects. *Giroskopiya i Navigatsiya*, 26 (3), 136–142. doi: <https://doi.org/10.17285/0869-7035.2018.26.3.136-142>
5. Zamorsky, A. (2020). Indirect control gyrocompass for land mobile vehicles. *Bulletin of Kyiv Polytechnic Institute. Series Instrument Making*, 59 (1), 5–23. doi: [https://doi.org/10.20535/1970.59\(1\).2020.210165](https://doi.org/10.20535/1970.59(1).2020.210165)
6. Jaskólski, K., Felski, A., Piskur, P. (2019). The Compass Error Comparison of an Onboard Standard Gyrocompass, Fiber-Optic Gyrocompass (FOG) and Satellite Compass. *Sensors*, 19 (8), 1942. doi: <https://doi.org/10.3390/s19081942>
7. Uspenskyi, V., Bagmut, I., Nekrasova, M. (2018). Development of method and algorithm of dynamic gyrocompassing for highspeed systems of navigation and control of movement. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (9 (91)), 72–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.119735>
8. Sun, J., Xu, X., Liu, Y., Zhang, T., Li, Y., Tong, J. (2017). An Adaptive Damping Network Designed for Strapdown Fiber Optic Gyrocompass System for Ships. *Sensors*, 17 (3), 494. doi: <https://doi.org/10.3390/s17030494>
9. Liu, Y., Yang, G., Cai, Q. (2020). A Novel Method for Determination on Switch Timing Between Damping and Non-Damping Status of Strapdown Fiber Optic Gyrocompass. *IEEE Access*, 8, 15870–15882. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2020.2964664>
10. Sun, F., Xia, J., Ben, Y., Zu, Y. (2015). A novel EM-Log aided gyrocompass alignment for in-motion marine SINS. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, 126 (19), 2099–2103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.05.113>
11. Gao, S., Wei, W., Zhong, Y., Feng, Z. (2014). Rapid alignment method based on local observability analysis for strapdown inertial navigation system. *Acta Astronautica*, 94 (2), 790–798. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2013.10.003>
12. Smirnov, E. L., Orekhov, A. V. (1991). O metode vychisleniya inertsiionnykh deviaty, baziruyuschemsya na ispol'zovanii matematicheskoy modeli girokompasa. *Metody i tekhnicheskie sredstva morskogo sudovozhdeniya*. Moscow: Mortechnikinformreklama, 30–40.
13. Ivanov, S. V., Bezvesilnaya, O. N., Ryzhkov, L. M., Staritskiy, L. P. (2003). Corrected Gyrocompass Synthesis as a System with Changeable Structure. *Symposium Gyro Technology 2003*. Stuttgart, 12.0–12.8.
14. Bereza, B. V., Mumin, O. L., Skalon, A. I. (1993). Sovremennye malogabaritnye akselerometry mayatnikovogo tipa dlya sistem inertsiyal'noy navigatsii i upravleniya. *Giroskopiya i navigatsiya*, 2, 34–38.
15. Shaydenko, A. Ya., Lapaev, A. V. (1983). Pretsizionnye nizkochastotnye akselerometry. *Dep. VINITI No. 3168-83*.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259033

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ ФОТОСЕНСИБІЛІЗАЦІЇ НА СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКОННИХ БРЕГІВСЬКИХ РЕШТОК (с. 6–14)

Orazaliyeva Sandugash, Kadirbayeva Gulim, Chezhimbayeva Katipa

В даний час як високочутливі сенсори використовуються волоконні брегівські решітки, отримані на основі фотоіндукованих оптичних волокон, легованих високою концентрацією оксиду германію.

Проте варто відзначити суттєвий недолік – технологія виготовлення оптичних волокон, легованих германієм, є дорогою.

При записі брегівських решіток у стандартному телекомунікаційному волокні, де молярна концентрація германію в серцевині волокна становить від 3 % до 5 %, виникають перешкоди через дуже низьку і недостатню світлочутливість. Таким чином, важливу роль відіграє вирішення проблеми низької фоточутливості стандартних телекомунікаційних волокон для запису брегівських решіток.

У цій роботі представлені результати досліджень спектральних характеристик волоконних брегівських решіток на основі стандартних телекомунікаційних волокон, попередньо насичених воднем для підвищення фоточутливості. За отриманими результатами встановлено, що під дією УФ-випромінювання у присутності водню фоточутливість волокна збільшується, а брегівський зсув довжини хвилі пов'язаний з насиченням волокна воднем, ефективною амплітудою модуляції наведений показник заломлення дорівнює 1,2 за показника заломлення 1,48. Ця робота доводить, що ВБР, зареєстрований попередньо насиченим воднем S протягом 12 днів, характеризується підвищеною фоточутливістю.

Отримані експериментальні результати дозволяють використовувати волоконну брегівську решітку на основі стандартного телекомунікаційного оптичного волокна, насиченого воднем, в галузі телекомунікацій, сейсмології, інженерної геології як волоконно-оптичні датчики тиску, деформації, температури, обертання та обертання, в тому числі в екстремальних умовах.

Ключові слова: електроніка, телекомунікації, брегівські решітки, оптичне волокно, моделювання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПРОГНОЗУ АТРІОВЕНТРИКУЛЯРНОЇ БЛОКАДИ ДЛЯ ПОРТАТИВНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СЕРЦЯ (с. 15–27)

Ainur Bekbay, Zhadyra Alimbayeva, Chingiz Alimbayev, Nurlan Bayanbay, Kassymbek Ozhikenov, Yerkat Mukazhanov

Об'єктом дослідження є портативна система, що дозволяє в режимі реального часу контролювати стан серця для своєчасного надання медичної допомоги. Вирішується завдання виявлення атріовентрикулярних (АВ) блокад за умов вільної рухової активності хворого. Для розробки методу виявлення АВ блокади використовували моделі електричної активності серця, що дозволяють враховувати просторово-часову організацію процесу поширення збудження, аналізувати динаміку поведінки серцево-судинної системи (ССС) за будь-якого значення період збудження передсердь та оцінити ступінь тренуваності ССС. Пропонований метод дозволив визначити частоту серцевих скорочень (ЧСС), за якої можливий розвиток АВ блокади. АВ блокада III ступеня – ЧСС 304 уд/хв; АВ блокада II ступеня з випаданням половини імпульсів – ЧСС 260 уд/хв; АВ блокада II ступеня з випаданням окремих імпульсів – ЧСС 234 уд/хв; АВ блокада I ступеня – ЧСС 200 уд/хв. Прогнозування АВ блокади дозволяє оцінити рівень «тренуваності» серця пацієнта. Отримані кількісні результати узгоджуються з відомими сучасної охорони здоров'я значеннями ЧСС. Розроблений метод реалізовано з урахуванням раніше розробленої авторами портативної системи ЕКГ-моніторингу. Випробування портативної системи ЕКГ-моніторингу свідчать про підвищення чутливості та специфічності діагностики аритмій серця та підтверджують досягнення мети цього дослідження: підвищення ефективності діагностики та розширення функціональних можливостей портативної системи ЕКГ-моніторингу.

Ключові слова: холтерівське моніторування, автоматичний висновок, серцево-судинна система, серцево-судинні захворювання, життєзагрозливі аритмії.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259935

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛЯТОРА НАПРУГИ З ЄМНІСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ (с. 28–35)

Є. І. Федів, О. М. Сівакова

Завдання динамічної компенсації реактивної потужності вирішують засобами гнучких систем передавання змінного струму з використанням пристроїв силової електроніки. Об'єктом дослідження є регулятор змінної напруги з ємнісним навантаженням. В дослідженні вирішувалася проблема ефективності фазового регулювання напруги на конденсаторній батареї для використання її в якості джерела для компенсації реактивної потужності. Наведено результати дослідження, які обґрунтовують ефективність способу отримання динамічного джерела реактивної потужності на основі використання тиристорного регулятора напруги з ємнісним навантаженням. Проведено порівняльне дослідження двох режимів регулятора: режиму з фазовим керуванням закривання повністю керованих напівпровідникових вентилів та режиму з фазовим керуванням відкривання одноопераційних напівпровідникових вентилів. Отримано аналітичні вирази для кутових характеристик потужності за основною гармонікою. Показано, що в першому

режимі струм через конденсатор ємнісний, що надає можливість отримати тиристорно-регульовану конденсаторну батарею для динамічної компенсації реактивної потужності в системах електропостачання. Виявлено, що в другому режимі одночасно з регулюванням реактивної потужності спостерігається явище споживання з мережі живлення активної потужності за основною гармонікою. Це означає, що регулювання струму через ідеальну ємність за допомогою ідеальних фазово керованих напівпровідникових вентилів супроводжується споживанням з мережі живлення активної складової струму. Отриману складову активної потужності в електричній схемі без активних опорів запропоновано назвати “активною потужністю штучного зсуву”. Результати підтверджено дослідженнями на віртуальних моделях.

Ключові слова: регулятор напруги, повністю керований напівпровідниковий ventиль, статичний компенсатор реактивної потужності.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259024

ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМУ АНАЛІТИЧНОГО ГІРОАЗИМУТА ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ БАЛІСТИЧНОЇ ДЕВІАЦІЇ МОРСЬКОГО ГІРОКОМПАСА (с. 36–46)

С. В. Іванов, П. Б. Олійник, Г. А. Вірченко

Однією з основних похибок гірокомпаса є балістична девіація, що виникає при маневруванні судна. Це становить важливий аспект вирішення проблеми навігаційної безпеки мореплавства, яка є об'єктом виконуваних досліджень. У рамках останніх запропоновано вдосконалення режиму аналітичного гіроазимута для компенсації балістичної девіації морського гірокомпаса, що являє собою предмет даних наукових розвідок.

При застосуванні класичного способу зменшення балістичної девіації (фізичного перемикавання приладу в режим гіроазимута) за певних умов гірокомпас після маневру може не повернутися в меридіан і втратить працездатність. Водночас класична алгоритмічна компенсація шляхом розрахунку балістичної девіації вимагає інформації із зовнішніх пристроїв, наприклад лага та/або приймача GPS (Global Positioning System). Для компенсації балістичної девіації в даній праці вдосконалено режим аналітичного гіроазимута, призначений для підвищення точності морського гірокомпаса на маневрі, шляхом застосування для фільтрації каналу акселерометра фільтра третього порядку. Це дозволяє компенсувати балістичну девіацію та знизити інтеркардинальну девіацію на хитавиці. У роботі запропоновано методику розрахунку часу перемикавання між режимами гірокомпаса, яка дозволяє отримати задане значення балістичної девіації. Як наслідок, вдосконалений спосіб зменшення девіації має точність, порівняну з класичним. При використанні даного способу виключена втрата гірокомпасом властивості вибіркової відносно меридіану (вказування курсу), бо прилад не перемикається в режим гіроазимута.

Запропонований спостережний пристрій можна застосовувати на серійних гірокомпасах без необхідності переналаштування й отримати бажане значення залишкової похибки компенсації девіації (за розрахунками до $0,3^\circ$).

Ключові слова: гірокомпас, гіроазимут, режим аналітичного гіроазимута, балістична девіація, аналітична компенсація похибок.