

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА  
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ  
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ  
АДМІНІСТРАЦІЇ

## **ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ**

XIV Міжнародна науково-технічна конференція

### **МАТЕРІАЛИ**

**20-21 вересня 2023 рік**

*Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв України, 9*

Миколаїв 2023

**ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ**  
**ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ**  
**ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ**

**ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Міністерство освіти і науки України, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України; ДП «Адміністрація морських портів» (Україна); ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (КНР); Університет науки і технологій Цзянсу (КНР); Шаньдунський науково-технічний університет (КНР); Таджикський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Гданьський технологічний університет (Польща); Західно-Померанський технологічний університет (Польща); Кошалінський технічний університет (Польща); Празький університет хімії і технології (Чеська республіка); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія); ДУ Національний антарктичний науковий центр.

**ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ**

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

**Відповідальний за випуск**

Павлов Геннадій Вікторович

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань. Матеріали публікуються в авторській редакції*

**Інновації в суднобудуванні та океанотехніці** : XIV Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2023. – 756 с.

ISBN 978-966-321-462-7

У збірнику наведені матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК УДК 001.895:629.5

Р.А. Ставинський, О.Г. Боднар // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2002. – №1. – С. 133–137.

[3]. Краснов В.В., Мещанинов П.А., Мещанинов А.П. Основы теории и расчета судовых электроэнергетических систем: моделирование для исследования специальных режимов: Учебное пособие. – Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.

[4]. Ставинський Р.А. Особливості конструкції, технології та електромагнетних процесів трифазних трансформаторів малої потужності з просторовим магнетопровідом // Технічні вісті. – 2000. – № 1(10), 2(11). – С. 107–108.

## AREAS AND FEATURES OF THE USE OF SPECIAL THREE-PHASE TRANSFORMERS WITH THE SPATIAL STRUCTURE OF THE ELECTROMAGNETIC SYSTEM

Stavynskyi Rostislav, Koval Sergii, Stavynskyi Alexander  
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

**Abstract.** The research question is formulated, which is aimed at solving the urgent problem of developing compact three-phase transformers with reduced specific and technological material capacity based on non-traditional symmetrical spatial electromagnetic systems.

**Keywords:** three-phase transformer, spatial electromagnetic system, small-sized indicators.

УДК 681.586.5

## IMPROVEMENT OF THE OPTICAL MEASUREMENT SYSTEM OF THE ELECTRICAL MACHINES ROTOR ANGULAR POSITION

**Ushkarenko O.O.**

*Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department  
of Programmable Electronics, Electrical Engineering and Telecommunications  
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine  
oleksandr.ushkarenko@nuos.edu.ua*

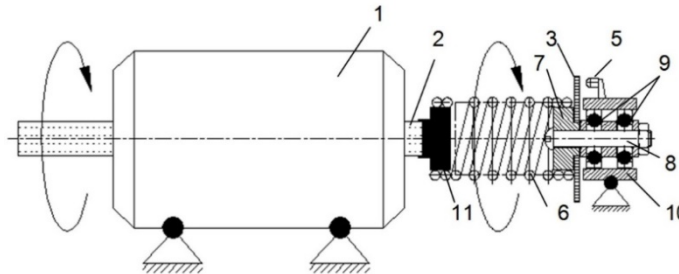
**Abstract.** The design feature of the optical control system for measuring the revolutions period and the angular position of the electrical machines rotors is considered in the paper. The method of structural synthesis and analysis of device models for autonomous electric power plants was used to develop graphic-analytical models of the generator's rotor revolutions period and angular position measuring process and the diesel engine speed control system.

**Key words:** electrical machine, revolution period, optical control, angular position, graphic-analytical model

**Introduction.** The innovations in technologies requires an increase in the accuracy of measuring various physical quantities. One of the important tasks in the field of ship power industry is to increase energy efficiency. In particular, it is shown in [1, p. 3] that the increase in the energy efficiency of the ship's electric power system is possible by increasing the accuracy of power sharing between generators during their parallel operation. However, one of the load sharing methods that was considered in [2, p. 372] requires the measurement of rotation periods and angular positions of generator rotors. This puts forward high demands on the accuracy of the revolutions period and angular position sensors of the rotors of electrical machines.

**The purpose of the work** is to improve a method for optical control of the revolutions period and the angular position of the rotors of electrical machines and to develop the design of the sensor for these quantities.

The device that implements the method of optical control of the electrical machine rotor revolutions period and the angular position is shown in Fig. 1. It contains an electric machine (synchronous generator) 1 with a rotor 2, a laser disk 3 with information sectors 4, a laser reading system 5. The laser reading system is fixed on one side of the spring 6 on a round plate 7 with an axial rod 8 and two consecutive bearings mounted in a stationary frame 10. On the other side of the spring, an elastic round rubber plate 11 with an increased coefficient of friction is fixed, which is in contact with the end surface of the electric machine rotor.



**Fig. 1. The structure of the system for measuring the revolutions period and the angular position of an electric machine rotor**

Since the spring, which is functionally connected to the laser disk by means of an elastic round rubber plate, directly contacts the end of the rotor of the electric machine, therefore, the laser disk with information sectors monitors the revolutions of the rotor. As a result, the information sectors of the laser disk from the moment the electric machine is started unambiguously correspond to the rotation period  $T_{\omega}$  of the electric machine rotor. The laser reading system generates electrical impulses, with which the rotation period  $T_{\omega}$  of the rotor of the electric machine can be measured with increased accuracy. At the same time, it should be noted that the use of a spring in the device makes it possible to exclude the transmission of oscillatory movements of the rotor of the electric machine to the laser disk.

To obtain graphic-analytical models of the electric machine rotor revolutions period and the angular position measurement process, and the diesel engine speed control system, the method described in [3, p. 319] has been used. The process of generating informational arguments containing information about the rotor « $\omega^{Rotor}$ » revolutions period ( $T_{\omega}$ ) of a three-phase generator  $f_1$ - $f_3(TorGener_{\phi 1-3}^{\pm U})$  and, accordingly, driving diesel unit  $f_1(Drive_{\omega}^{Power \pm \Delta\omega})$ , is described by the graphic-analytical model shown in Fig. 2. The process of forming the information sector «Information sector ( $T_{\omega}^{\omega}$ )» for the activation of optical information arguments ( $\Delta hv_j^{Inform T_{\omega}}$ ) of the revolutions period « $\omega^{Rotor}$ » of the rotor «Rotor $^{Gener Drive}$ » is done by the auxiliary disk  $f_1(Inform Disk T_{\omega})$ , on which continuous optical radiation is directed ( $h\nu$ ), emitted by a LED  $f_1(n-p^{h\nu})$ . Optical radiation reflected from the disk has a discrete nature of information arguments ( $\Delta hv_j^{Inform T_{\omega}}$ ), and is received by a semiconductor structure – a photodiode  $f_1(\downarrow^{h\nu} n-p)$ . Further, information arguments of voltage are formed [ $^{h\nu} \Delta U_j^{Inform T_{\omega}}$ ] and applied to the first input port  $f_1(\downarrow Port)$  of the microcontroller  $f_1(Core^{MK})$ . To the second input port  $f_2(\downarrow Port)$  of the microcontroller the reference voltage is applied [ $\Delta U_j^T_{\omega}]_{ref}$  to form at the port output  $f_1(Port^{\uparrow})$  corrective signal [ $\Delta U_i^{\pm \Delta T_{\omega} \pm \Delta \omega}$ ].

This signal controls the stepper motor (or DC motor)  $f_1(Drive^{Step T_{\omega}})$  to change the position of the fuel rail of the diesel, and, accordingly, the moment ( $Mom^{Rotor T_{\omega} \pm \Delta \omega}$ ) on the drive engine shaft– diesel unit  $f_1(Drive^{Power T_{\omega} \pm \Delta \omega})$ .

As a functional structure of disk  $f_1(Inform Disk T_{\omega})$  in this case, it is proposed to use a laser disk  $f_1(Laser Disk^{Inform T_{\omega}})$ , on the surface of which there is optical information [ $^{h\nu} \Delta U_j^{Inform T_{\omega}}] \rightarrow [\Delta U_j^T_{\omega}]_{ref}$  written in advance in one information sector «Information sector ( $T_{\omega}^{\omega}$ )» or several consecutive information sectors « $^{1-3} Information sectors (T_{\omega}^{\omega})$ » [ $^+ U_j](T_{\omega}^{Sector 1})$ , [ $^+ U_j](T_{\omega}^{Sector 2})$  i [ $^+ U_j](T_{\omega}^{Sector 3})$ ], which corresponds to the voltage information arguments of the rotor «Rotor $^{Gener Drive}$ » revolutions reference period « $T_{ref}^{\omega}$ ». Writing the optical information arguments of the reference period « $T_{ref}^{\omega}$ » in the

consecutive information sectors «<sup>1-3</sup>Information sectors (T<sup>ω<sub>t</sub></sup>)» [<sup>+</sup>U<sub>j</sub>](T<sup>ω<sub>t</sub></sup>Sector<sub>1</sub>), [<sup>+</sup>U<sub>j</sub>](T<sup>ω<sub>t</sub></sup>Sector<sub>2</sub>) i [<sup>+</sup>U<sub>j</sub>](T<sup>ω<sub>t</sub></sup>Sector<sub>3</sub>) on the surface of the laser disk f<sub>1</sub>(LaserDisk<sup>ω<sub>Inform</sub></sup>±T<sup>ω</sup>) is done inside the sector 120<sup>0</sup>, and on its boundary optical information arguments are written, which correspond to information about the phases «φ<sub>1</sub>», «φ<sub>2</sub>» and «φ<sub>3</sub>» of the voltage arguments in the three-phase generator f<sub>1-3</sub>(TorGener<sup>±U<sub>φ1-3</sub></sup>). The process of measuring the period and the angular position of the rotor, their processing by means of the microcontroller and the formation of a control signal for the diesel engine fuel rail is shown in Fig. 3.

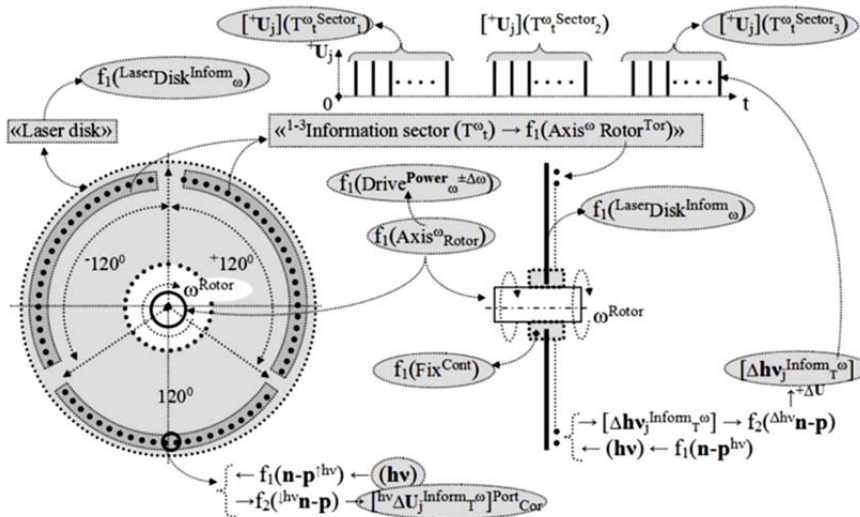


Fig. 2. Graphic-analytical model of the measuring process of the generator rotor revolutions period and its angular position

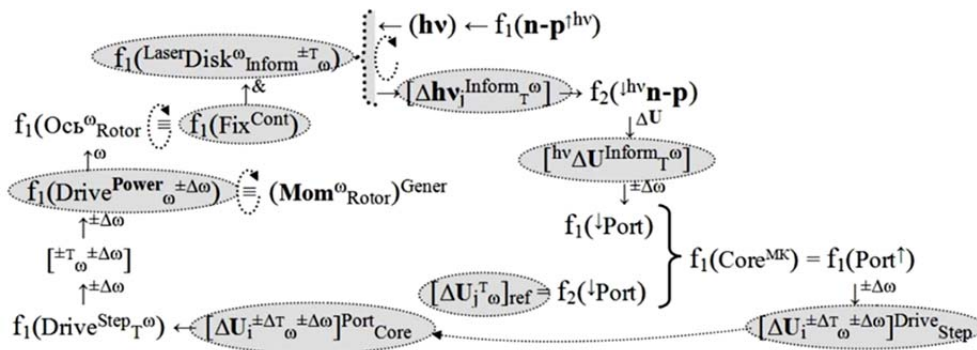


Fig. 3. Graphic-analytical model of the process of controlling the diesel engine speed

By means of the latch contact structure f<sub>1</sub>(Fix<sup>Cont</sup>) the laser disk f<sub>1</sub>(LaserDisk<sup>ω<sub>Inform</sub></sup>±T<sup>ω</sup>) is mounted on the rotor f<sub>1</sub>(Axis<sup>ω<sub>Rotor</sub></sup>) of the drive f<sub>1</sub>(Drive<sup>Power<sub>ω</sub>±Δω</sup>) or the generator f<sub>1-3</sub>(TorGener<sup>±U<sub>φ1-3</sub></sup>) for co-rotation. At the same time, the functional semiconductor structure f<sub>1</sub>(n-p<sup>↑hv</sup>) of optical radiation (↑hv) (LED) and functional semiconductor structure f<sub>1</sub>(<sup>↓hv</sup>n-p) of optical radiation reception (photodiode), at the output of which the structure of informational arguments is formed [Δhv<sub>j</sub><sup>Inform<sub>T</sub>ω</sup>], located on one side of the laser disc f<sub>1</sub>(LaserDisk<sup>ω<sub>Inform</sub></sup>) opposite one of the information sectors «<sup>1-3</sup>Information sectors (T<sup>ω<sub>t</sub></sup>)» to activate the structure of voltage informational arguments [<sup>hv</sup>ΔU<sup>Inform<sub>T</sub>ω</sup>].

**Conclusions.** The novelty of the obtained results consists in improving the method of optical control of the revolutions period and the angular position of the rotors of electrical machines through the use of a laser disk with written information sectors on it in the device that implements this method. To improve the accuracy of the sensor, the device is mounted using a spring, which reduces the effect of the drive motor shaft speed instability on the measurement results. The considered approach and the

proposed technical solution can be used to obtain the necessary information in active load sharing systems when generators operate in parallel for a common load, precise positioning systems, and others.

### REFERENCES

- [1]. Yiğit Kenan. Evaluation of energy efficiency potentials from generator operations on vessels. *Energy*, 2022. Vol. 257. P. 1-12.
- [2]. Awwad Abdullah M. Eial, Al-Suod Mahmoud M.S., Al-Quteimat Alaa M., Ushkarenko O.O., Al-Hawamleh Atia. Improving the accuracy of the active power load sharing in paralleled generators in the presence of drive motors shaft speed instability. *International Journal of Electronics and Telecommunications*, 2021. Vol. 67, No. 3. P. 371-377.
- [3]. Mahmoud M. Al-Suod, A. Ushkarenko. Optimization of model structure of induction motor control system. *WSEAS Transactions on Power Systems*, 2017. Vol. 12. P. 316-323.

УДК 681.5

## ОПТИМІЗАЦІЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИМИ КОРИГУЮЧИМИ ПРИСТРОЯМИ

**Шарейко Д. Ю.**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики  
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, Україна  
dshareyko.mk@gmail.com*

**Фоменко Л.А.**

*аспірантка кафедри автоматики  
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, Україна  
fomenko.liliana.mk@gmail.com*

Розв'язана задача оптимізації системи керування електропривода по швидкодії за допомогою нелінійного коректуючого пристрою. Вихідна система має лінійну частину з передавальною функцією другого порядку та нелінійний релейний елемент. Результати розрахунків представлені у виді графіків.

**Ключові слова:** критерій оптимальності, релейний елемент, нелінійний перетворювач, показники якості керування, ступінь близькості до оптимального, регулятор, амплітуда сигналу, стала часу.

Загальною властивістю оптимальних систем є здатність забезпечувати найкращу якість з урахуванням реально наявного в системі обмежувача ресурсів керування: споживаної потужності, керуючої напруги і т.і. [1,2]. Критерій оптимальності задається у вигляді функціоналу :

$$J = \int_0^T F(x_1, \dots, x_n; u_1, \dots, u_r, t) dt$$

де  $T$  - час керування;  $x_1, \dots, x_n$  - фазові координати системи;  $u_1, \dots, u_r$  – керуючі на вході неізмінної частини системи (об'єкта керування).

Завданням синтезу оптимального керування є відшукування вектора керування  $u$  з компонентами  $u_1, \dots, u_r$ , який забезпечує екстремум функціоналу. При цьому вектор  $u$  повинен належати обмеженій області  $\Omega_u$  допустимих керувань. У теоретичному плані для широкого класу систем ця задача успішно вирішується за допомогою принципу максимуму [1].