



УДК 681.586.5

# ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

## FIBER OPTIC DEVICE FOR SYSTEM OF AUTOMATED ECOLOGICAL MONITORING

Сандлер А. К.<sup>1</sup>, Карпілов О. Ю.<sup>2</sup>, Удолатій В. Б.<sup>3</sup>  
Sandler A. K.<sup>1</sup>, Karpilov O.Yu.<sup>2</sup>, Udolatiy V. B.<sup>3</sup>

Національний університет "Одеська морська академія"

National University "Odessa Maritime Academy"

ORCID:<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0709-0542>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0005-7823-5787>,

<sup>3</sup><https://orcid.org/0009-0004-0069-5161>

Copyright © 2024 by author and the journal "Automation of technological and business – processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: 10.15673/atbp.v16i3.2880

**Анотація.** Одним з напрямків, що визначають підвищення якості та вірогідності автоматизованих систем екологічного моніторингу стану повітряного середовища, є інтелектуалізація процесів обробки діагностичної інформації на основі технології експертних систем. Системи такого типу дозволяють забезпечити підвищення якості розпізнавання технічного стану контрольованого середовища. Найбільш ефективною системою моніторингу стану повітряного середовища є система з методами організації вимірювань, що базуються на індивідуальному спостереженні зміни складу повітряної суміші в процесі експлуатації шляхом вимірювань, проведених на постійній основі плинном тривалих періодів часу. Але, певним чином, розвиток згаданих систем стримується недосконалістю відповідних датчиків газоаналізу. Ціль роботи полягає у впровадженні новітніх засобів газоаналізу для запобігання негативного впливу небезпечних речовин на стан людини. Об'єктом дослідження є процеси формування й перетворення вимірювального сигналу у засобі контролю вмісту хлору. Предметом дослідження є волоконно-оптичні засоби вимірювання вмісту хлору. Пропонується вирішення поставленої задачі за рахунок впровадження нового волоконно-оптичного датчика. Відмінність датчика полягає у тому, що джерело випромінювання та фотоприймач сполучені оптичним розгалужувачем з вимірювальним світловодом, виконаним з ніобату літію, який вкритий чутливою плівкою з гідроксиду нікелю, має віддзеркалюючий шар на торці та сполучений з біметалевим розрізним кільцем.

Створення волоконно-оптичного датчика запропонованої конструкції дозволить отримати засіб вимірювання, який є інваріантним до неконтрольованих впливів дестабілізуючих факторів та має достатню чутливість до контрольованих параметрів. Застосування такого засобу сприятиме організації постійного та довготривалого контролю стану повітря у виробничих приміщеннях.

**Abstract.** One of the directions that determine the improvement of the quality and reliability of automated systems of ecological monitoring of the state of the air environment is the intellectualization of diagnostic information processing processes based on the technology of expert systems. Systems of this type make it possible to improve the quality of recognition of the technical condition of the controlled environment. The most effective system for monitoring the state of the air environment is a system with methods of organization of measurements based on individual observation of changes in the composition of the air mixture during operation through measurements carried out on a constant basis over long periods of time. But, in a certain way, the development of the mentioned systems is restrained by the imperfection of the corresponding gas analysis sensors. The goal of the work is to introduce the newest means of gas analysis to prevent the negative impact of hazardous substances on the human condition. The object of research is the processes of formation and transformation of the measuring signal in the means of controlling the chlorine content. The subject of research is fiber-optic means of measuring chlorine content. It is proposed to solve the given problem due to the introduction of a new fiber-optic sensor. The difference of the sensor is that the radiation source and the photoreceptor are connected by an optical splitter with a measuring light guide made of lithium niobate, which is covered with a sensitive film of nickel hydroxide, has a reflective layer on the end and is connected to a bimetallic split ring. The creation of a fiber-optic sensor of the proposed design will allow obtaining a measuring tool that is invariant to the uncontrolled effects of destabilizing factors and has sufficient sensitivity to the controlled parameters. The use of such a tool will contribute to the organization of permanent and long-term monitoring of the air condition in production premises.

**Key words:** chlorine, fiber optic sensor, nickel hydroxide

**Ключові слова:** хлор, волоконно-оптичний датчик, гідроксид нікелю



**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Діяльність суб'єктів морегосподарчого комплексу з постійно генерує надходження різноманітних забруднюючих речовин до атмосферного повітря та Світового океану. Зростання рівня антропогенних змін цілого комплексу екологічних факторів, які відіграють домінуючу роль у формуванні специфічних властивостей природних компонентів довкілля, впливає на їх біологічну активність. Як наслідок створюються умови для негативної на реакції-відповіді живих організмів, що є результатом неконтрольованих змін у навколишньому середовищі, які не відповідають засадам безпечного розвитку.

Одним із інструментів підвищення рівня екологічної безпеки морегосподарчого комплексу є впровадження систем екологічного моніторингу та управління. Це надасть можливість поєднати постійне поліпшення економічних, екологічних та соціальних показників, шляхом економії ресурсів, покращення стану довкілля, підвищення свідомості та кваліфікації та компетентності працівників. Однак переваги для морегосподарчого комплексу від впровадження систем всеохоплюючого екологічного моніторингу та управління в Україні ще не використовуються повною мірою. Це обумовлено багатьма факторами. На самперед – це низький рівень розроблених процедур моніторингу, як для визначення стану всієї системи, так і для вивчення негативних або позитивних змін у природних компонентах довкілля, які знаходяться в межах впливу виробничої потужності підприємства. Підсилюють існуючі обмеження такі чинники як відсутність оціночних критеріїв, методів та засобів які б могли визначити ефективність впровадженої системи екологічного моніторингу та управління, а також дозволяли швидко виявляти невідповідності, миттєво реагувати та проводити коригувальні заходи [1].

Серед комплексу задач, які повинна вирішувати головними є попередження та запобігання наслідків техногенних аварій та катастроф на людину. Отруєння хлором і аміаком – найбільш актуальні та наднебезпечні з виникаючих внаслідок техногенних аварій. Близько 60 % хімічно небезпечних об'єктів мають запаси аміаку й 35 % – хлору. Із загального числа хімічних аварій у близько 22 % пов'язані з витоком аміаку, 12 % – з витоком хлору.

За інформацією Hazardous Substances Emergency Events Surveillance (HSEES), щорічно в США фіксується порядку 180 аварій з викидом хлору. Дані аварії є найчастішими на хімічних підприємствах (23,8 і 7,7 % від усіх випадків відповідно). Аварії із хлором призводять до поразки людей в 30,9 % випадків – на другому місці після аварій з оксидом вуглецю (41,7 %). Кількість потерпілих в аваріях, що супроводжуються викидом хлору й аміаку, становить більш  $\frac{3}{4}$  від усіх потерпілих у хімічних техногенних аваріях. За розрахунковими даними, у випадку аварії в густонаселеній місцевості число уражених хлором може досягатися 100 тис. чоловік, 17 тис. загине. Більш рідкі аварії з викидом хлору (у порівнянні з викидом аміаку) проте приводять до більш частих поразок людей. Очевидно, це пов'язане з більшою токсичністю хлору (хлор ставиться до II класу отруйних речовин (OP), аміак – до IV). За повідомленням The U. S. Department of Transportation, хлор перебуває на першому місці по числу серйозних аварій на транспорті, що супроводжуються серйозною поразкою людей і летальними результатами, і суттєво випереджає аварії з іншими хімічними агентами. За даними статистики США, середньоважкі й важкі поразки хлором на виробництві й у побуті зустрічалися однаково часто – в 16 % випадків [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомі вимірювальні засоби контролю вмісту хлору, в умовах впливу реальних експлуатаційних чинників, демонструють значне відставання якості вимірювань від лабораторних аналогів.

З оглядом на існуюче становище уявляється актуальним завданням розробки мобільного засобу помірної вартості, який забезпечить підвищення вірогідності процесів вимірювання концентрації хлору у достатньому діапазоні за рахунок використання принципів часткової інваріантності до зовнішніх неконтрольованих впливів на вимірювання.

Для пошуку шляхів поліпшення метрологічних характеристик пристроїв контролю вмісту хлору проаналізовані конструкції найпоширеніших вимірювальних перетворювачів.

Відомим є волоконно-оптичний датчик газового аналізу, що складається з основи з кварцового скла до якої приварені 24 відрізка чутливих волоконних світловодів з різними показниками переломлення, розташованих по колу, віддзеркалюючого шару, утвореного на основі та до якого нероз'ємно та коаксіально до чутливих світловодів прикріплено основний світловод з волоконним розгалужувачем, мультиплексором та демультіплексором на відповідних плечах розгалужувача та світловодами, що підводять та відводять світлове випромінювання [3].

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням чутливих світловодів, розташованих коаксіально до основного світловода та приварених до основи:

- конструкція приладу являє собою статичну конструкцію без можливості модифікації;
- відсутня термокомпенсація коливань температури зовнішнього середовища та контрольованої газової суміші;
- необхідність обробки основного та чутливих світловодів з надзвичайно високою якістю для уникнення створення умов для появи паразитної модуляції;
- необхідність наявності складної системи підтримки геометрії оптичного каналу тунельного зв'язку основного та чутливих світловодів.

Більшою мірою вільним від зазначених недоліків є волоконно-оптичний датчик вмісту хлору, що складається блоку оживлення, керування та обробки інформації. Блок, у свою чергу, сполучений електричними лініями з джерелом та фотоприймачем випромінювання, а також з вимірювальним світловодом – скляною основою. Вимірювальний світловод вкритий електропровідним шаром оксиду олова, на якому електрохімічним способом нанесена плівка гідроксиду нікелю [4].

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням скляної основи, шару оксиду олова та плівки гідроксиду



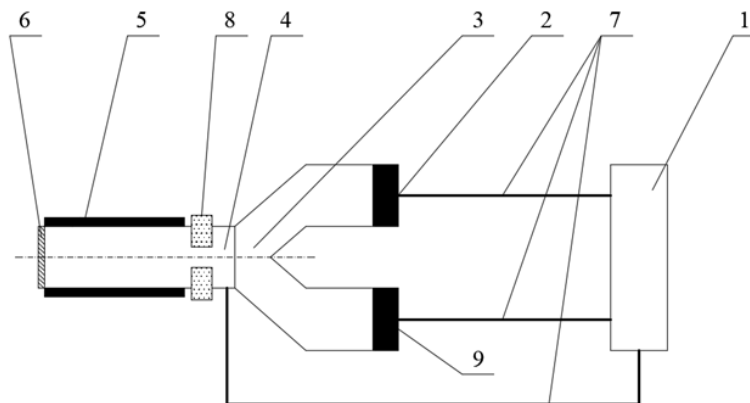
нікелю:

- для керування оптичними та електричними параметрами датчика засновані різні елементи – шар оксиду олова та скляний світловод;
- різні термомеханічні властивості межі сполучень "плівка гідроксиду нікелю – шар оксиду олова" та "шар оксиду олова – скло";
- два сполучення елементів датчику створює умови для появи паразитної модуляції;
- необхідність постійних заходів щодо термокомпенсації коливань температури зовнішнього середовища та контрольованої газової суміші.

**Постановка завдання.** Мета дослідження – створення волоконно-оптичного датчика хлору, спрощеної конструкції, у якому для керування електричними та оптичними параметрами застосовується єдиний елемент, компенсована залежність від стану зовнішнього середовища та контрольованої газової суміші, та одночасно збережені високий рівень чутливості та швидкодія пристроїв відомих типів.

Науково-технічне завдання, яке створено запитом практики, вирішується тим, що пропонується волоконно-оптичний датчик вмісту хлору, що складається з блоку живлення, керування та обробки інформації, який зв'язаний електричними лініями з джерелом та фотоприймачем випромінювання, а також з вимірювальним світловодом. Відмінність пропонуваного датчика полягає у тому, що джерело випромінювання та фотоприймач сполучені оптичним розгалужувачем з вимірювальним світловодом, виконаним з ніобату літію, який вкритий чутливою плівкою з гідроксиду нікелю, має віддзеркалюючий шар на торці та сполучений з біметалевим розрізним кільцем.

**Викладення матеріалу дослідження.** Схемотехнічне рішення датчика пояснюється кресленням (рис. 1), де зображений блок живлення, керування та обробки інформації 1, від якого надходить живлення по електричній лінії 7 з відповідними параметрами до джерела випромінювання 2, яке сполучене з первинною гілкою оптичного розгалужувача 3. Вторинна гілка розгалужувача сполучена з вимірювальним світловодом 4 з ніобату літію з вкритим віддзеркалюючим шаром 6 торцем. Також вимірювальний світловод з ніобату літію вкритий електрохімічним способом чутливою плівкою 5 з гідроксиду нікелю та сполучений з блоком живлення, керування та обробки інформації електричною лінією 7. На вимірювальному світловоді з ніобату літію також міститься, жорстко сполучене з ним, біметалеве розрізне кільце 8. Кільце створює у вимірювальному світловоді з ніобату літію попередні фотопружні деформації стиску, які змінюються пропорційно до температури навколишнього середовища. Відповідно до величини пружних деформацій змінюються інтенсивність оптичного випромінювання у вимірювальному світловоді та відбувається термокомпенсація впливу коливань зовнішньої температури.



1 – блок живлення, керування та обробки інформації; 2 – джерело випромінювання; 3 – оптичний розгалужувач; 4 – вимірювальний світловод з ніобату літію; 5 – чутлива плівка з гідроксиду нікелю; 6 – віддзеркалюючий шар; 7 – електричні лінії; 8 – біметалеве розрізне кільце; 9 – фотоприймач.

**Рис.1. Волоконно-оптичний датчик вмісту хлору**

**Fig. 1. Fiber optic sensor of chlorine content**

Віддзеркалюючий шар на торці вимірювального світловоду служить для відбивання модульованого та первинного випромінювання через оптичний розгалужувач до фотоприймача 9. Далі електричний сигнал через електричну лінію 7 потрапляє до блоку живлення, керування та обробки інформації.

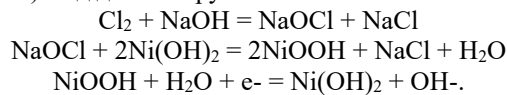
Під дією хлору відбувається процес зворотного фарбування чутливої плівки з гідроксиду нікелю. Таким чином, відбувається порушення умов повного внутрішнього відбивання світла у вимірювальному світловоді з ніобату літію. Порушення умов повного відбивання світла у вимірювальному світловоді знаходить своє відображення у зміні величини інтенсивності випромінювання, яке відбивається від віддзеркалюючого шару. Випромінювання повертається крізь розгалужувач та фотоприймач до блоку живлення, керування та обробки інформації, де здійснюється реєстрація інформаційного сигналу. Після закінчення вимірювання та видалення датчика з газового середовища, завдяки електричному впливу вимірювального світловоду з ніобату літію під керуванням блоку живлення, керування та обробки інформації, у чутливій плівці з гідроксиду нікелю



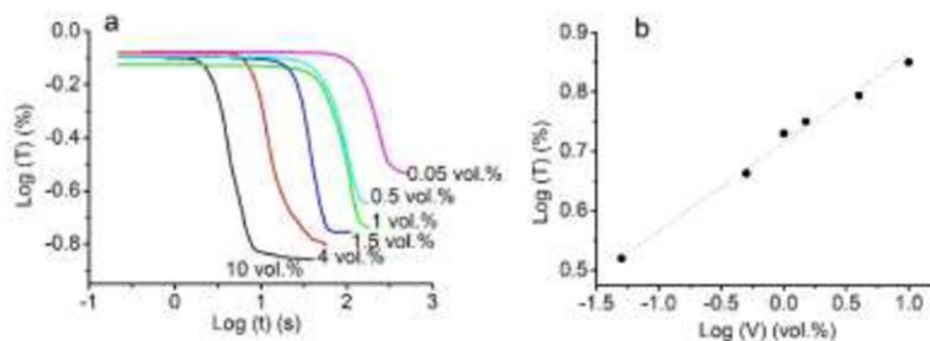
відбувається зворотне відновлення за рахунок реакції саморозряду. Датчик повертається у первісний стан і готовий до нового вимірювання [5-9].

У статичному режимі (режим калібровки), тобто у відсутності газового середовища відмінного від атмосферного повітря, у джерелі випромінювання генерується випромінювання, яке крізь розгалужувач, надходить до вимірювального світловоду. У світловоді відбувається зменшення інтенсивності оптичного випромінювання, що проходить скрізь нього, яке обумовлене затуханням у матеріалі світловоду під впливом експлуатаційних факторів. Інтенсивність випромінювання, що повертається до фотоприймача, фіксується і запам'ятовується як поправка.

У динамічному режимі (занурення у контрольоване газове середовище) при появі навколо вимірювального світловоду хлору відбувається оптичних властивостей чутливої плівки з гідроксиду нікелю. Процес оборотного фарбування через тонку плівку  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  під дією хлору можна пояснити такими реакціями:



Аналіз кінетики зміни оптичного пропускання світла показав високу швидкість процесів фарбування навіть при низькому змісті хлору в повітрі (рис. 2, а). Також установлено, що величина оптичного пропускання світла має логарифмічну залежність від змісту хлору (рис. 2, б) [4].



а – кінетичні криві; б – логарифмічна залежність світлопропускання, %

Рис. 2. Залежність оптичних характеристик чутливої плівки від вмісту хлору

Fig. 2. Dependence of the optical characteristics of the sensitive film on the chlorine content

Порушення умов повного відбивання світла на межі "плівка - вимірювальний світловод" у вимірювальному світловоді знаходить своє відображення у зміні величини інтенсивності випромінювання, яке відбивається від віддзеркалюючого шару.

Після цього, змінене за інтенсивністю випромінювання, відбивається від віддзеркалюючого шару та крізь відповідну гілку розгалужувача надходить до фотоприймача.

Інтенсивність зареєстрованої частки світла буде пропорційна величині вимірюваного параметра газового середовища.

Подальша обробка випромінювання дозволить отримати електричний сигнал який буде пропорційний величині концентрації контрольованого газового середовища.

Після закінчення вимірювання та видалення датчика з газового середовища, завдяки електричному впливу вимірювального світловоду з ніобату літію під керуванням блоку оживлення, керування та обробки інформації, у чутливій плівці з гідроксиду нікелю відбувається зворотне відновлення за рахунок реакції саморозряду. Датчик повертається у первісний стан і готовий до нового вимірювання.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Запропоноване схемотехнічне рішення волоконно-оптичного датчику вмісту хлору, завдяки застосуванню оптичних елементів, забезпечить такі компоненти технічного ефекту:

- більш адекватні локалізацію появи хлору та перетворення параметрів газового середовища у зміни інформаційного сигналу;
- поєднання керування оптичних та електричних параметрів у єдиному вимірювальному світловоді з ніобату літію;
- компенсацію впливу дестабілізуючих факторів на вимірювальний канал датчику хлору;
- можливість створення розгалуженої мережі контролю газового середовища в особливих умовах;
- стійкість плівки з гідроксиду нікелю в атмосфері хлору та її здатність до оборотного відновлення за рахунок реакції саморозряду.

У відповідності до сформульованої задачі запропоновано нове схемотехнічне рішення датчика для автоматизованих систем екологічного моніторингу. На відміну від існуючих, запропоноване схемотехнічне рішення спроможне значним чином збільшити робочий діапазон та інваріантність до експлуатаційних факторів вимірювального засобу. Впровадження нового датчик дозволить забезпечити умови для захисту здоров'я персоналу, який працює в особливих умовах [10 - 12].

**Список використаних джерел**

1. Барабаш, О. В. Наукові основи застосування методів біотестування та біоіндикації в системах управління екологічною безпекою суб'єктів господарювання: дис. ... докт. техн. наук: 21.06.01. – К., 2020. – 450 с.
2. Bronstein A. C., Spyker D. A., Cantilena L. R. Jr., Green J. L., Rumack B. H., Giffin S. L. 2009 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 27th Annual Report // *Clinical toxicology* (Philadelphia, Pa.). – 2010. – № 10. – P. 979 – 1178.
3. Сандлер, А. К., Цюпко, Ю. М. Новое схемотехническое решение волоконного газоанализатора // *Автоматизация судовых технических средств*. – 2012. – Вып. 18. – Одесса: ОНМА. – С. 93 - 96.
4. Fomanyuk, S. NI(OH)<sub>2</sub> thin films for optical analysis of chlorine in air // *ГРААЛЪ НАУКИ: міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО "Європейська наукова платформа"; НУ "Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці", 2024. – № 42. – С. 319 - 320. DOI 10.36074/grail-of-science.02.08.2024.
5. Сандлер, А. К. Інформаційно-вимірювальні пристрої на основі волоконно-оптичних технологій. – Одеса: Видатінформ НУ "ОМА", 2018. – 165 с.
6. Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану суднових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. – К., 2021. – 159 с.
7. Snyder, A., Love, D. Theory of optical waveguides. URL: <https://epdf.tips/optical-waveguide-theory.html>.
8. Сандлер, А. К. Моделирование акселерометра маятникового типа // *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. – 2019. – №1. – Черкаси: ЧДТУ. – С. 75 - 81. DOI: 10.24025/2306-4412.1.2019.166254.
9. Сандлер, А. К., Данчук, Д. П. Засіб підвищення ефективності моніторингу стану вантажу на судах-газовозах на основі волоконно-оптичних технологій // *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. – 2021. – Т. 13. – №. 4. – Одеса: ОНАХТ. – С. 18 - 26. DOI: 10.15673/atbp.v13i4.2202.
10. Сандлер, А. К., Цюпко, Ю. М., Сандлер, О. А., Цюпко, К. Ю. Схемотехнічне рішення комбінованого датчика клімат-контролю // *Автоматизация судовых технических средств*. – 2014. – Вып. 19. – Одесса: ОНМА. – С.69 - 73.
11. Сандлер, А. К., Омельченко, Т. Ю. Про необхідність впровадження новітніх технологій моніторингу технічного стану безпілотних суден // *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche: Raccolta di articoli scientifici "ΛΟΓΟΣ"* congli atti della V Conferenza scientifica e pratica internazionale, Bologna, 26 aprile, 2024. Bologna-Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2024. – P. 240 - 244. DOI 10.36074/logos-26.04.2024.049.

**References**

- [1].Barabash, O. V. Naukovi osnovy zastosuvannya metodiv biotestuvannya ta bioindykatsiyi v systemakh upravlinnya eko-lohichnoyu bezpekoyu sub"yektiv hospodaryuvannya: dys. ... dokt. tekhn. nauk: 21.06.01. – K., 2020. – 450 s.
- [2].Bronstein A. C., Spyker D. A., Cantilena L. R. Jr., Green J. L., Rumack B. H., Giffin S. L. 2009 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 27th Annual Report // *Clinical toxicology* (Philadelphia, Pa.). –2010. – № 10. – P. 979 - 1178.
- [3].Sandler, A. K., Tsyupko, YU. M. Novoye skhemotekhnicheskoye resheniye volokonnoho gazoanalizatora // *Avtomatizatsiya sudovykh tekhnicheskikh sredstv*. – 2012. – № 18. – Odessa: ONMA. – S. 93 - 96.
- [4].Fomanyuk, S. NI(OH)<sub>2</sub> thin films for optical analysis of chlorine in air // *HRAAL' NAUKY: mizhnar. nauk. zhurnal*. – Vinnytsya: HO "Yevropeys'ka naukova platforma"; NU "Instytut naukovy-tekhnichnoyi intehratsiyi ta spivpratsi", 2024. – № 42. – S. 319 - 320.
- [5].Sandler, A. K. Informatsiyno-vymiryval'ni prystroyi na osnovi volokonno-optychnykh tekhnolohiy. – Odesa: NU "OMA", 2018. – 165 s.
- [6].Sandler, A. K. Metod pidvyshchennya efektyvnosti diahnostuvannya tekhnichnoho stanu sudnovykh hazoturbinykh ustanovok na osnovi volokonno-optychnykh tekhnolohiy: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.20. – K., 2021. – 159 s.
- [7].Snyder, A., Love, D. Theory of optical waveguides. URL: <https://epdf.tips/optical-waveguide-theory.html>.
- [8].Sandler, A. K. Modelyrovanye akselerometra mayatnykovoho typu // *Visnyk Cherkas'koho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky*. – 2019. – №1. – Cherkasy: CHDTU. – S. 75 - 81. DOI: 10.24025/2306-4412.1.2019.166254.
- [9].Sandler, A. K., Danchuk, D. P. Zasib pidvyshchennya efektyvnosti monitorynhu stanu vantazhu na sudnakh-hazovozakh na osnovi volokonno-optychnykh tekhnolohiy // *Avtomatyzatsiya tekhnolohichnykh i biznes-protsesiv*. – 2021. – Т. 13. – №. 4. – Odesa: ONAKHT. – S. 18 - 26. DOI: 10.15673/atbp.v13i4.2202.
- [10]. Sandler, A. K., Tsyupko, YU. M., Sandler, O. A., Tsyupko, K. YU. Skhemotekhnichne rishennya kombinovanoho datchyka klimat-kontrolyu // *Avtomatyzatsiya sudovykh tekhnicheskyykh sredstv*. – 2014. – Vyp. 19. – Odessa: ONMA. – S. 69 - 73.
- [11]. Sandler, A. K., Omel'chenko, T. YU. Pro neobkhdnist' vprovadzheniya novitnikh tekhnolohiy monitorynhu tekhnichno-ho stanu bezpilotnykh suden // *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche: Raccolta di articoli scientifici "LÓHOS"* congli atti della V Conferenza scientifica e pratica internazionale, Bologna, 26 aprile, 2024. Bologna-Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2024. – R. 240 - 244. DOI 10.36074/logos-26.04.2024.049.

Отримана в редакції 26.07.2024. Прийнята до друку 17.08.2024. Received 26 July 2023. Approved 17 August 2024. Available in Internet 23 October 2024