

Non-governmental Organization
International Center of Scientific Research



**PROCEEDINGS OF THE
X INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND THEORETICAL CONFERENCE**

THE CURRENT STATE OF
DEVELOPMENT OF WORLD
SCIENCE: CHARACTERISTICS
AND FEATURES

23.01.2026

LISBON
PORTUGUESE REPUBLIC

SCIENTIA
COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

with the proceedings of the

X International Scientific and Theoretical Conference

**The current state of
development of world science:
characteristics and features**

23.01.2026

Lisbon, Portuguese Republic

Lisbon, 2026




Chairman of the Organizing Committee: Goldenblat M.

Responsible for the layout: Babych Yu.

Responsible designer: Bondarenko I.

T 30 **The current state of development of world science: characteristics and features:** collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference, January 23, 2026. Lisbon, Portuguese Republic: International Center of Scientific Research.

ISBN 979-8-88955-776-0 (series)  Bowker

DOI 10.36074/scientia-23.01.2026

Papers of participants of the X International Multidisciplinary Scientific and Theoretical Conference «The current state of development of world science: characteristics and features», held on January 23, 2026 in Lisbon are presented in the collection of scientific papers.

The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences and registered for holding on the territory of Ukraine in UKRISTEI (Certificate № 507 dated June 10th, 2025).



Conference proceedings are publicly available under terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0) at the www.previous.scientia.report.

UDC 082:001

© Participants of the conference, 2026

© Collection of scientific papers «SCIENTIA», 2026

ISBN 979-8-88955-776-0 © NGO International Center of Scientific Research, 2026

CONTENT

SECTION 1. ECONOMIC THEORY, MACRO- AND REGIONAL ECONOMY

INSTITUTIONAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY UNDER SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONDITIONS Khodakivska O.	18
PERCEPTIONS OF INFLATION AND CRISIS AND THEIR IMPACT ON CONSUMER BEHAVIOUR IN UKRAINE: EMPIRICAL EVIDENCE Yuzhenko O.O.	23
ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ДРАЙВЕР ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕКОНОМІКИ: ДИНАМІКА ДОСЛІДЖЕНЬ І КОНКУРЕНТНІ ПЕРЕВАГИ Зимогляд Б.Г.	31
МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ДЕРЖАВНИХ АКТИВІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ Тимощик Л.П.	36

SECTION 2. FINANCE AND BANKING; TAXATION, ACCOUNTING AND AUDITING

RFM AND BEHAVIORAL SEGMENTATION IN BANKING USING BIG DATA: METHODS AND CASE STUDIES Zdorovyi M.	43
ЦИФРОВІЗАЦІЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ, ПЕРЕВАГИ ТА ПРОБЛЕМИ Бондаренко Н.М., Борсук А.О.	53
ФІСКАЛЬНА РОЛЬ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ: ПЛАТЕЖІ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ» ДО БЮДЖЕТІВ Власюк В.П.	56
ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ НА МАКРОРІВНІ В УМОВАХ ІННОВАЦІЙНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ Дропа Я.Б., Тесля С.М.	60
РОЛЬ ФІНАНСОВОЇ АНАЛІТИКИ В ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА СУЧАСНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ Путіхов А.О., Максимова Ю.О.	63

SECTION 3.

MANAGEMENT, PUBLIC MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

THE STRATEGIC EVOLUTION OF INVESTMENT PROJECT SUBSTANTIATION Derenska Y.M., Novosel M.M.	68
RESILIENCE OF GRAIN CROP PRODUCTION IN UKRAINE Nazarenko D., Vasylieva N.	72
KNOWLEDGE MANAGEMENT: OPERATION AND UNDERSTANDING Shedyakov Vladimir E.	75
КАДРОВА ПОЛІТИКА ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ: ПІДХОДИ, МОДЕЛІ ТА МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ Бушко Ю.В., Садула Л.М., Рибак Н.Б.	81
АСПЕКТИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ІНФРАСТРУКТУРНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ МІСЦЕВОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ Васін А.І.	90
ДО ПИТАННЯ МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ СТЕЙКХОЛДЕРІВ ЩОДО ЗАХИСТУ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ Євсєєв В.О.	93
ФІНАНСОВА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РИЗИКІВ ЯК НАУКОВА ВІДПОВІДЬ НА ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ Корсун А.В.	95
ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА Садула Л.М., Рибак Н.Б., Давид М.Р.	99
ІНТЕРКУЛЬТУРНЕ ЛІДЕРСТВО ЯК УМОВА СТАЛИХ ТА ІНКЛЮЗИВНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ У БІЗНЕСІ Швіндіна Ганна Олександрівна.	108

SECTION 4.

INTERNATIONAL RELATIONS

INTERNATIONALIZATION OF CHINESE TECHNOLOGIES: HISTORICAL ASPECT Radziyevska S.	112
AN EFFECTIVE PROTECTION OF IDENTITY AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF CULTURAL-CIVILIZATIONAL WORLDS Shedyakov V.E.	121

SECTION 5.

LAW AND INTERNATIONAL LAW

CURRENT ISSUES OF FORMING STATE VETERAN POLICY IN UKRAINE Chernobuk V.	129
АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ КУЛЬТУРИ ПРАВНИКА Березенська А.А.	131
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ СУДОВОГО ЕКСПЕРТА: ПРАВОВИЙ АНАЛІЗ Беседіна І.О.	134
РЕПУТАЦІЯ ОФЦЕРА ЮРИДИЧНОЇ СЛУЖБИ У ВІЙСЬКОВИХ КОЛЕКТИВАХ Буймістр Д.О.	140
ЮРИДИЧНА ДЕОНТОЛОГІЯ ЯК МЕХАНІЗМ ЗАПОБІГАННЯ ПРОФЕСІЙНИМ ПОРУШЕННЯМ ПРАВНИКІВ Гонтар А.В.	144
КОНФЛІКТ ПРАВОВИХ НОРМ ТА ЕТИЧНИХ СТАНДАРТИВ Горбачова О.В.	147
ПРЕВЕНТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ЛЮДИНИ НАД СИСТЕМАМИ ШІ У МІЖНАРОДНОМУ ПРАВІ Ігнатуша В.В.	150
ПРОЦЕДУРА МИТНОГО ДЕКЛАРУВАННЯ:НОРМАТИВНИЙ ЗМІСТ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЯ Козакевич О.М., Ронталюк О.А.	154
ПРАВОВІ НОВЕЛЛИ ЩОДО ДОНОРСТВА КРОВІ ТА КОМПОНЕНТИВ КРОВІ Колдашов А.О.	158
ЗНАЧЕННЯ ГОСТЬОВИХ ЗАНЯТЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ЮРИСТІВ Кузьмін Д.П.	162
ВЗАЄМОДІЯ ЮРИСТІВ З ІНСТИТУТАМИ ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА Кулик Д.С.	166
СУБ'ЄКТИ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ, ЯКІ ЗДІЙСНЮЮТЬ ЗАХОДИ У СФЕРІ ЗАПОБІГАННЯ ТА ПРОТИДІЇ ДОМАШНЬОМУ НАСИЛЬСТВУ Назар Т.Я.	170
ПЕРЕГЛЯНУТА ЄВРОПЕЙСЬКА СОЦІАЛЬНА ХАРТІЯ ЯК МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИЙ СТАНДАРТ СОЦІАЛЬНИХ І ТРУДОВИХ ПРАВ ТА ОРІЄНТИР РЕФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ Обушенко Н.М.	174

ОСНОВНІ ЕТИЧНІ ПРИНЦИПИ ДІЯЛЬНОСТІ ПРАВНИКА Романишин М.П.	178
--	-----

ПРАВОВІ ЗАСАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ ДЕРЖАВНОЇ АУДИТОРСЬКОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ ЩОДО КОРПОРАТИВНИХ ПРАВ ДЕРЖАВИ У СФЕРІ ФІНАНСІВ Саволюк Д.В.	181
---	-----

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ РІШЕНЬ ЄСПЛ У НАЦІОНАЛЬНІ ПРАВОВІ СИСТЕМИ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ Фоменко А.Є.	185
---	-----

SECTION 6. INSTITUTE OF LAW ENFORCEMENT, JUDICIAL SYSTEM AND NOTARY

ОНЛАЙН-СУДОВІ ЗАСІДАННЯ ПІСЛЯ ПАНДЕМІЇ ТА ВІЙНИ: ВІД ТИМЧАСОВОГО ЗАХОДУ ДО НОВОГО СТАНДАРТУ ДОСТУПНОСТІ ПРАВОСУДДЯ Козакевич О.М., Сулима М.В.	194
--	-----

ВПЛИВ ЛІБЕРІЗАЦІЇ НАРКОПОЛІТИКИ НА КІЛЬКІСТЬ СПОЖИВАННЯ НАРКОТИКІВ ТА ВИКРИТТЯ ЗЛОЧИНІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З КАНАБІСОМ ЯК НАРКОТИЧНИМ ЗАСОБОМ Мавринська Н.М.	199
--	-----

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ СХОЖИХ ПОЧЕРКІВ Хлівняк О.М.	206
--	-----

SECTION 7. MILITARY SCIENCES, NATIONAL SECURITY AND SECURITY OF THE STATE BORDER

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN UNMANNED AERIAL VEHICLES AND SECURITY ASPECTS Mammadov E.	211
---	-----

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ Трофимов І.М., Грицаєнко С.А., Гризо А.А., Гурєєв І.В., Сметана Є.А.	220
---	-----

SECTION 8. BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

ПРОЄКТНА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ Коваль Олена Олексіївна	224
--	-----

SECTION 9. VETERINARY SCIENCES

PATTERNS OF INHERITANCE OF CURL TYPES IN BUKHARA SUR KARAKUL SHEEP AND THEIR APPLICATION IN BREEDING Alimova M.	226
---	-----

SECTION 10. TECHNOLOGIES OF LIGHT AND WOODWORKING INDUSTRY

SMART ADHESIVE INTERLINING MATERIALS FOR CLOTHING Bilokon S., Kugai K.	229
--	-----

SECTION 11. GENERAL MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING

THE NEED TO DESIGN SUPPORTING DEVICES OF STEEL MECHANISMS IN THE FRAMES OF CONSTRUCTION MACHINES Gorbatyuk I.V.	233
---	-----

SECTION 12. ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

DEVELOPMENT OF BASIC CHARACTERISTICS OF METAMATERIAL ANTENNA DEVICES FOR TELECOMMUNICATION SYSTEMS Islamov I., Abdullayev M.	237
--	-----

МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ ЯКОСТІ МОНТАЖУ КРИСТАЛІВ В НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ВИРОБАХ Часник Д.В.	246
--	-----

SECTION 13. ENERGY AND POWER ENGINEERING

POWERING THE FUTURE: MICROGRIDS AND AUTONOMOUS ENERGY SYSTEMS Meish Y., Samar T.	249
--	-----

MÉTHODE SYSTÉMIQUE POUR L'ANALYSE DES CONSOMMATEURS D'ÉLECTRICITÉ Okhrimenko V.M., Malyarenko V.A., Plotnikova N.V.	253
---	-----

SECTION 14. ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES

CONCEPTUAL MODEL OF OPERATIONAL MONITORING OF ENVIRONMENTAL RISKS AT MILITARY FACILITIES BASED ON UAVS Ali Jamal Khan	262
APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES FOR TRAINING AND OPERATIONAL RESPONSE TO RADIATION AND CHEMICAL RISKS IN MILITARY FORCES Andreas Arnold	271

SECTION 15. COMPUTER AND SOFTWARE ENGINEERING

FORMATION OF DIGITAL COMPETENCIES IN STUDYING THE FUNDAMENTALS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DATA ANALYSIS Ablaqulov K.B.	280
A MULTIMODAL DECISION-MAKING SYSTEM THAT USES AI FOR REAL-TIME STOP-OR-GO CONTROL AT PEDESTRIAN CROSSINGS, USING COMPUTER VISION AND BIOMETRIC IDENTIFICATION Norboev B.U.U., Eshpulatov H.B.U.	283
EDGE-INTELLIGENT FEDERATED TRAFFIC ASSISTANCE FOR ADAPTIVE PEDESTRIAN CROSSING SAFETY Norboev B.U.U., Islomov N.B.U.	288
ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ 2D-ГРИ «CURSED TREASURES» У СЕРЕДОВИЩІ UNITY Васінський А.В., Костенко Д.Є., Фурман О.А., Возняк С.В.	292

SECTION 16. SYSTEM ANALYSIS, MODELING AND OPTIMIZATION

METHODOLOGY FOR PROMOTING ALGORITHMIC THINKING THROUGH PROJECT-BASED LEARNING IN BIOINFORMATICS EDUCATION Pardayeva G.A.	299
MACHINE LEARNING-BASED OPTIMIZATION OF DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS Rustamov S.	303
МОДЕЛІ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ В БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ СИСТЕМАХ Вдовиченко І.Н., Лут О.Ю.	307

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ КОГНІТИВНИХ СЕРВІСІВ ДО ЗБОЇВ ТА ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ У ХМАРНИХ СЕРЕДОВИЩАХ
Зубаль Б.А. 313

SECTION 17.

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SYSTEMS

THEORETICAL FOUNDATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS
Ishkobilov F.K. 316

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ОНОВЛЕННЯ ТЕСТОВИХ СЦЕНАРІЇВ У ПРОЦЕСАХ ВЕРИФІКАЦІЇ ТА ВАЛІДАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
Неліпа О.Д., Калита Н.І. 321

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ МЕРЕЖНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВЗАЄМОДІЇ З КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНИМИ СИСТЕМАМИ НАВЧАННЯ В УМОВАХ ФОРС-МАЖОРНИХ ОБСТАВИН
Плахотнюк М.Ф., Веселовська Г.В. 327

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА АРХІТЕКТУРНИХ ВИКЛИКІВ ВИКОРИСТАННЯ SERVERLESS-ПІДХОДУ ДЛЯ РОЗРОБКИ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ МІКРОСЕРВІСІВ
Тарауда С.О., Петрова Р.В. 330

SECTION 18.

TRANSPORT AND TRANSPORT TECHNOLOGIES

IMPROVEMENT OF MAGNETOHYDRODYNAMIC THRUSTER COMPONENTS FOR LITTORAL VESSELS
Sandler A., Romanovska O., Palagin O. 340

SECTION 19.

PHYSICS AND MATHEMATICS

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ НАХИЛІВ УЧНІВ ЗАСОБАМИ МАТЕМАТИКИ
Патріман Н.Г. 347

SECTION 20.

SOCIOLOGY AND STATISTICS

THE ROLE OF CULTURAL HERITAGE IN STRENGTHENING STUDENTS' NATIONAL IDENTITY AND MORAL DEVELOPMENT
Kosimov R.A. 350

SECTION 18.

TRANSPORT AND TRANSPORT TECHNOLOGIES

Sandler Albert 

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

Romanovska Olha 

Senior Lecturer
Danube Institute of National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

Palagin Oleksandr 

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Danube Institute of National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

IMPROVEMENT OF MAGNETOHYDRODYNAMIC THRUSTER COMPONENTS FOR LITTORAL VESSELS

Littoral zones of the World Ocean act as key regulators of a wide range of natural processes, including the accumulation and storage of moisture, atmospheric carbon absorption and sequestration, the release of oxygen back into the atmosphere, regulation of surface and subsurface runoff, stabilization of groundwater levels, and participation in climate formation processes – particularly precipitation patterns, air humidity, and temperature regimes. In addition, these zones play a crucial role in preventing and mitigating erosion processes, maintaining and conserving biological diversity, forming habitats for various species of flora and fauna, including rare and endangered species, and supporting the preservation and development of traditional forms of natural resource use.

Situated at the interface between two environments – land and water – where biological activity is most intense, littoral zones play an exceptionally important role within the biosphere. They concentrate a significant proportion of the planet's biomass and exhibit a high level of biodiversity. The ecological condition of these areas determines the development potential of many types of maritime and coastal economic activities and requires maximum efforts by humanity to ensure their preservation and to mitigate the technogenic impact of coastal and littoral navigation vessels [1].

Magnetohydrodynamic (MHD) thruster systems represent a modern and environmentally friendly approach to marine propulsion of littoral vessels and may

serve as an alternative to conventional propulsion technologies. By utilizing electromagnetic fields to generate thrust, such systems are characterized by low acoustic and mechanical emissions, thereby minimizing their environmental footprint. This makes MHD thruster systems a promising solution for future commercial and environmentally sensitive maritime operations. However, widespread implementation of this technology is still constrained by several significant scientific, technical and economic challenges.

Many of the issues that previously limited the large-scale adoption of MHD thruster systems have already been addressed. In particular, the generation of strong magnetic fields within MHD thrusters is now achieved through the application of high-performance rare-earth-based electromagnetic systems. Furthermore, over recent decades, the costs associated with the manufacturing, installation, and maintenance of complex equipment – including high-power electromagnets and the corresponding onboard energy infrastructure – have decreased substantially [2 - 4].

However, in the development of MHD thruster designs, a number of critical scientific and technical challenges still remain unresolved. The main issues include the following:

1. Development of superconducting materials with high critical parameters, as well as electromagnets based on these materials, capable of generating magnetic flux density of at least 10 T.
2. Design of effective corrosion protection system elements, taking into account the specific structural features of the current-carrying conductors and their cooling conditions.
3. Ensuring reliable compensation of electrodynamic forces acting within the windings of high-power electromagnets.
4. Development of compact and highly reliable cryogenic systems, including cryostats, compressors, heat exchangers, and expansion devices for the working fluid.
5. Design of reliable control systems capable of maintaining stable and efficient operation of the MHD thruster under variable vessel speeds.
6. Development of technologies for the removal of seawater electrolysis products, aimed at minimizing noise generated by pulsating gas bubbles released during operation [5 - 9].

Among the identified challenges, the most critical is increasing the durability and service life of MHD thruster components. Electrodes and other elements are subject to corrosion and wear due to prolonged contact with an aggressive marine aqueous environment and exposure to high electric currents. This issue is common

to nearly all types of MHD thrusters.

At present, several circuit and layout configurations of MHD thrusters are known. Among them, the conduction-type channel MHD thruster appears to be the most promising candidate for further modernization. This MHD thruster (Fig.) consists of a flow channel (1), the geometric shape of which is optimized to minimize the surface-to-volume ratio, since hydrodynamic losses are directly dependent on the wetted surface area.

For this reason, channel-type MHD thrusters with linear channels of rectangular or circular cross-sections, as well as helical channels, are considered. Studies show that for a fixed channel length L , the cross-sectional area S significantly affects the overall efficiency only when $S \leq 10 \text{ m}^2$.

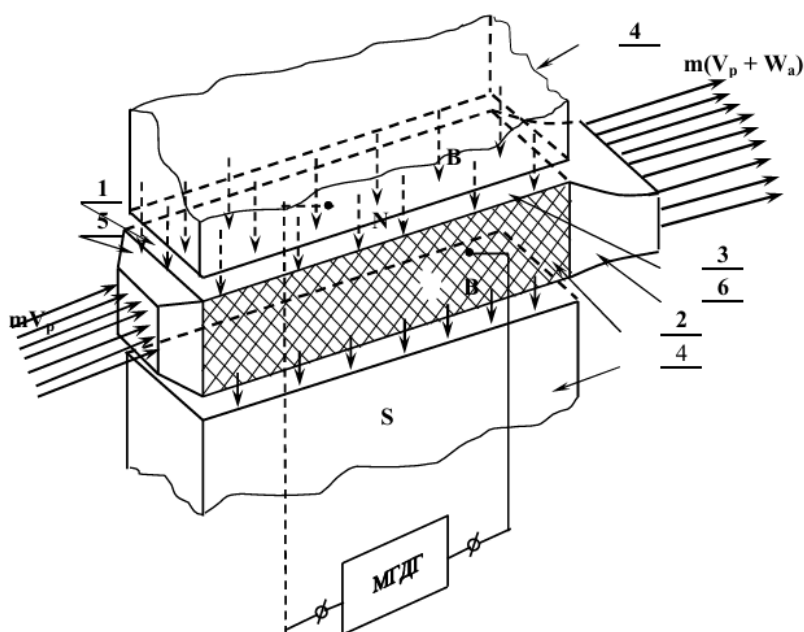


Fig. Schematic diagram of a conduction-type channel MHD thruster

The channel walls are electrically conductive and function as electrodes, supplied with electrical power from a generator. The magnetic flux lines of a uniform external magnetic field, generated by a direct-current electromagnet, pass through the channel walls equipped with magnesium oxide electrical insulating blocks. The channel includes an inlet diffuser and an outlet nozzle, through which a water mass flow rate passes depending on the ambient hydrostatic pressure and dynamic pressure, determined by the immersion depth of the MHD thruster and the vessel's speed.

When a direct voltage is applied to the electrodes from a power source, such as an MHD generator, an electric current is induced in the seawater within the channel,

with its current density governed by Ohm's law for moving conductive media. As a result, mechanical energy is transferred to the water flow and is utilized both for thrust generation and for compensation of hydrodynamic losses. Thrust is generated due to the change in momentum of the water mass at the inlet and outlet of the MHD thruster:

mV_p at the inlet and $m(V_p + W_a)$ at the outlet.

The principal advantage of the channel-type MHD thruster lies in the minimization of stray magnetic and electric fields, since the electromagnetic forces are generated and act exclusively on the seawater confined within the limited volume of the flow channel [10].

The main disadvantages of propulsion systems employing channel-type MHD thrusters include the necessity of using electrodes manufactured from zirconium dioxide (ZrO_2) blocks.

The cost of zirconium dioxide (ZrO_2) in Ukraine currently ranges from approximately 1,000 to 1,680 UAH per kilogram, depending on the supplier and procurement conditions [11]. A potential alternative to the expensive zirconium dioxide is silicon carbide (SiC). On the Ukrainian market, the price of silicon carbide is approximately 300 UAH per kilogram [12].

Silicon carbide exhibits high chemical stability; however, at temperatures of around 290°C, its behavior strongly depends on the surrounding environment, including steam, acidic media, molten salts, and various gaseous atmospheres.

At approximately 290°C, when SiC is exposed to water and steam, oxidation occurs with the formation of a thin SiO_2 surface layer. In the presence of acidic or alkaline impurities (e.g., NaOH, HCl), the corrosion rate increases significantly. In pure water or steam environments, the degradation rate remains relatively low; however, prolonged exposure may result in the growth of the oxide layer and the formation of microcracks. In gaseous environments containing SO_2 , H_2S , or Cl_2 at 290°C, surface oxidation and chlorination processes are initiated. Sulfur-containing gases promote the formation of SiS, leading to progressive surface degradation.

Among the possible protection strategies, the most effective methods include pore sealing, the application of CVD/PECVD protective coatings, or environmental barrier coatings (EBCs) based on rare-earth silicates (Table).

The CVD (Chemical Vapor Deposition) and PECVD (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) techniques are based on thin-film deposition of protective coatings. However, glass-based protective coatings exhibit vulnerability to alkaline environments. The application of rare-earth silicates is constrained by several factors, including their high cost and limited availability of raw materials,

the complexity of synthesis and large-scale production, thermodynamic instability in aggressive environments, as well as increased brittleness and non-uniformity of material properties.

Table

Comparison of key protection approaches

Method	Environment / Temperature	Protection mechanism	Advantages	Limitations
Dense α -SiC without free Si	Universal application, 1200 ... 1600°C	Minimal porosity, formation of a stable SiO ₂ scale in dry air	High chemical resistance, low gas permeability	More complex manufacturing process
Elimination of free Si (avoid RB-SiC)	Molten metals	Removal of the readily corroding phase	Significantly reduces corrosion in metallic melts	Requires modification of manufacturing technology
Pore sealing	800 ... 1200°C, moderately aggressive gaseous environments	Closure of capillaries, formation of a smooth surface	Rapid method to extend service life	Glass phase softens above 1200 °C, vulnerable to alkaline media
CVD/PECVD SiC coatings	Air / inert gas, up to 1400...1500°C	Chemically identical, dense diffusion barrier	Excellent adhesion and thermal stability	Requires an additional EBC top layer in steam or alkaline environments
Si ₃ N ₄ coatings	Air / inert gas, 1000 ... 1300°C	Formation of SiO ₂ ; nitride layer retards oxidation	Effective oxidation protection	Degraded by water vapor and alkalis; EBC layer required
EBC (rare-earth silicate environmental barrier coatings)	Steam, alkaline media, sulfates, 1000...1400°C	Low volatility in H ₂ O, high alkali resistance	Standard solution for SiC/SiC composites in turbine applications	Requires multilayer architectures and strict control of CTE matching
Aluminizing	Sulfates / vanadates, chlorides	Formation of a stable α -Al ₂ O ₃ protective scale	High chemical resistance to molten salts	CTE compatibility issues; cracking risk under thermal cycling
Boriding / carbo-boride layers (B ₄ C)	Limited protection in molten environments	Chemically stable boride phases	Hard protective barrier	Difficult to achieve defect-free layers; sensitive to thermal cycling

Table continuation

Atmosphere control (p(H ₂ O)/p(O ₂))	Universal	Reduction of oxidation rate and SiO ₂ volatility	Highly reliable mitigation approach	High cost and infrastructure requirements
--	-----------	--	---	---

Considering the current practical and economic conditions, it is deemed expedient to manufacture protective electrode coatings for channel-type MHD thrusters based on silicon carbide deposited on an artificial sapphire substrate [13 - 15]. For the deposition of the protective layer, well-established CVD and PECVD techniques are proposed.

Artificial sapphire exhibits exceptionally high chemical resistance. It is inert to the majority of acids and alkalis (including HCl, H₂SO₄, and HNO₃) even at elevated temperatures, retains its optical and mechanical properties at temperatures up to 1600°C, and undergoes virtually no structural degradation.

The material maintains its crystalline structure in concentrated NaOH and KOH solutions, although under extreme conditions superficial matte corrosion may occur. Artificial sapphire is resistant to strong oxidizing agents (e.g., H₂O₂, Cl₂), does not react with organic solvents, oils, or hydrocarbons, and remains stable in oxygen, hydrogen, and inert gas atmospheres at high temperatures.

In addition, the use of optically transparent artificial sapphire enables its integration into the ship-wide information and measurement system based on fiber-optic technologies. Such systems allow the detection of defects at their early initiation stages and provide continuous diagnostics and long-term monitoring under the destructive influence of operational factors. Systems of this class make it possible to integrate a wide range of fiber-optic sensors into a unified network using next-generation optical fibers [16 - 27]

The implementation of integrated information and measurement systems, supplemented with artificial intelligence-based analytical capabilities, significantly enhances the reliability of assessments of both the technical condition of an individual vessel and the operational status of a shipping company in terms of competitiveness, profitability, and overall performance [28].

References:

1. Сандлер, А., Тюрікова, О., & Опришко, М. (2025). ІНТЕГРАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У МІСЬКУ ЕКОСИСТЕМУ. Collection of scientific papers «SCIENTIA», (April 18, 2025; London, England, UK), 240-247.
2. Бурнашов, В. (2025). ПРОПУЛЬСИВНИЙ КОМПЛЕКС ЛІТОРАЛЬНИХ СУДЕН ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. Collection of scientific papers «ЛОГОС», (August 1, 2025; Seoul, South Korea).
3. Coelho, A., Issac, V. D., & Shameem, A. N. Harnessing Magneto Hydrodynamic Propulsion: A Path Toward Sustainable Commercial Shipping.
4. Under editorial Supervision of Yohei Sasakawa n.d. "Yamato-1". URL: https://www.spf.org/en/_opri_media/publication/docs/yamato-1.pdf#

5. Емельянов, Н. Ф. Судовые магнитогидродинамические (МГД) движители. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2000. – 23 с.
6. Purwati, W., Atmojo, S. P., Margana, M., Suwarti, S., Prasetyo, B., & Khoiroh, I. (2022). Performance of Magneto Hydro Dynamic (MHD) as a Power Generation Support Tool. *Eksergi*, 18(2), 137-141.
7. Рыжиков, К. В., & Гончаров, В. И. (2018). Магнитогидродинамические движители. Принцип действия и перспективные области применения. *Проблемы современной науки и образования*, (1 (121)), 12-15.
8. Аманмырадова, У., Гурбанова, Т., Какагелдиева, А., & Акмаммедов, Д. (2024). МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ: ПРИНЦИПЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ. *SETERIS PARIBUS*, (11), 48-50.
9. Hanf, M., Brinkmann, A., Deissenberger, A., Stenzel, V., & Kaminski, N. (2024, June). Corrosion Resistant Packaging for Power Semiconductor Modules–Modified Insulation Materials for Contaminated Environments. In *PCIM Europe 2024; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management* (pp. 351-360). VDE.
10. Biscay, N., Henry, L., Adshiri, T., Yoshimura, M., & Aymonier, C. (2021). Behavior of silicon carbide materials under dry to hydrothermal conditions. *Nanomaterials*, 11(5), 1351.
11. Діоксид цирконію. URL: <https://www.systopt.com.ua/item-dyoksyd-tsyrkoniyu-tsyrkoniyu-dvookys>.
12. Карбід кремнію. URL: <https://snabhim.com.ua/uk-ua/karbid-kremniya>.
13. Сандлер, А. К. (2019). Чувствительный элемент волоконно-оптического акселерометра на основе сапфирового стекла. *СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І АВТОМАТИКА*, 28.
14. Spratt, W. T., Huang, M., Jia, C., Wang, L., Kamineni, V. K., Diebold, A. C., & Xia, H. (2011). Formation of optical barriers with excellent thermal stability in single-crystal sapphire by hydrogen ion implantation and thermal annealing. *Applied Physics Letters*, 99(11).
15. Опришко, М. О., Карпілов, О. Ю., Сандлер, А. К., & Філін, В. М. (2022). Застосування новітніх матеріалів для створення елементів комбінованих електроенергетичних установок з вітровою енергією. *СУДНОВА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕЛЕКТРОНІКА І АВТОМАТИКА*, 169.
16. Budashko, V., Sandler, A., & Shevchenko, V. (2022). Optimization of the control system for an electric power system operating on a constant-power hyperbole. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(8), 115.
17. Budashko, V., Sandler, A., & Shevchenko, V. (2022). Diagnosis of the technical condition of high-tech complexes by probabilistic methods. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav)*, 16(1), 105-111.
18. Sandler, A., & Budashko, V. (2022). Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(5), 119.
19. Сандлер, А. К. (2016). ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ТУНЕЛЬНИЙ ДАТЧИК СТРУМУ."АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ І РАДІОТЕХНІКИ, 25.
20. Сандлер, А. К., & Цюпко, Ю. М. (2017). Волоконно-оптичний датчик електростатичного поля. *Автоматизация судовых технических средств*, (23), 84-89.
21. Сандлер, А., & Дулгеров, Д. (2025). Засіб захисту судових електромереж від коротких замикань. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 17, 2025; London, England, UK), 145-150.
22. Сандлер, А. К., & Карпилов, А. Ю. (2019). Волоконно-оптическая система контроля тяги газотурбинных двигателей. *Automation of Technological & Business Processes/Avtomatizaciâ Tehnologiceskih i Biznes-Processov*, 11(3).
23. Сандлер, А., & Зубак, Д. (2025). ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ДАТЧИК КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (October 24, 2025; Florence, Italia), 122-126.
24. Сандлер, А. К., & Опришко, М. О. Волоконно-оптичний засіб захисту судових електромереж. In *Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Winter Debates: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Internet Conference*, February (pp. 23-24).
25. Сандлер, А. К., Цюпко, Ю. М., & Каменева, А. В. (2016). Схемотехнічне рішення датчика швидкості потоку. *Автоматизация судовых технических средств*, (22), 86-91.
26. Sandler, A., Romanovska, O., Palagin, O., & Tymchynskiy, N. (2025). Fiber optic pH meter for ballast water control. *Матеріали конференцій МЦНД*, (10.10. 2025; Суми, Україна), 228-236.
27. Сандлер, А., & Омельченко, Т. (2025). ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТИПІВ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА У НАВІГАЦІЙНИХ ПІДВОДНИХ БЕЗПЛОТНИХ АПАРАТАХ. *Collection of scientific papers «ЛОГОС»*, (April 4, 2025; Paris, France), 214-221.
28. Кузьменко, К., & Сандлер, А. (2024). ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУДЕН. *Collection of scientific papers «ЛОГОС»*, (March 29, 2024; Cambridge, UK), 79-81.