



ISSUE №15

Part №1



International periodic scientific journal

—*ONLINE*

www.moderntechno.de

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 98.95)



MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Issue №15
Part 1
February 2021

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

ISSN 2567-5273
DOI 10.30890/2567-5273

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

Editorial board: More than 200 doctors of science. Full list on pages 4

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30890/2567-5273.2021-15-01

Published by:
Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe, Germany
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

The publisher is not responsible for the validity of the information or for any outcomes resulting from reliance thereon.

Copyright
© Authors, 2021



About the journal

The International Scientific Periodical Journal "Modern Technology and Innovative Technologies" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English. The journal is registered in INDEXCOPERNICUS.

Sections of the Journal:

Library of Congress Classification Outline	Sections
Subclass TJ / TJ1-1570	Mechanical engineering and machinery
Subclass TK / TK1-9971	Electrical engineering.
Subclass TA / TA165	Engineering instruments, meters, etc. Industrial instrumentation
Subclass TK / TK5101-6720	Telecommunication
Subclass TK / TK1-9971	Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering
Subclass TN / TN1-997	Mining engineering. Metallurgy
Subclass TS / TS1950-1982, TS2120-2159	Animal products., Cereals and grain. Milling industry
Subclass TS / TS1300-1865	Textile industries
Subclass TK / TK7800-8360	Electronics
Subclass T / T55.4-60.8	Industrial engineering. Management engineering
Subclass T / T351-385	Mechanical drawing. Engineering graphics
Subclass TA / TA1001-1280, Subclass TL / TL1-484, Subclass TE / TE1-450, Subclass TF / TF1-1620	Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation
Subclass TH / TH1-9745	Building construction
Subclass T / T55-55.3	Industrial safety. Industrial accident prevention
Additional sections	Innovative economics and management, Innovations in pedagogy, Innovative approaches in jurisprudence, Innovative philosophical views

Requirements for articles

Articles should correspond to the thematic profile of the journal, meet international standards of scientific publications and be formalized in accordance with established rules. They should also be a presentation of the results of the original author's scientific research, be inscribed in the context of domestic and foreign research on this topic, reflect the author's ability to freely navigate in the existing bibliographic context on the problems involved and adequately apply the generally accepted methodology of setting and solving scientific problems.

All texts should be written in literary language, edited and conform to the scientific style of speech. Incorrect selection and unreliability of the facts, quotations, statistical and sociological data, names of own, geographical names and other information cited by the authors can cause the rejection of the submitted material (including at the registration stage).

All tables and figures in the article should be numbered, have headings and links in the text. If the data is borrowed from another source, a bibliographic reference should be given to it in the form of a note.

The title of the article, the full names of authors, educational institutions (except the main text language) should be presented in English.

Articles should be accompanied by an annotation and key words in the language of the main text and must be in English. The abstract should be made in the form of a short text that reveals the purpose and objectives of the work, its structure and main findings. The abstract is an independent analytical text and should give an adequate idea of the research conducted without the need to refer to the article. Abstract in English (Abstract) should be written in a competent academic language.

The presence of UDC, BBK

Acceptance of the material for consideration is not a guarantee of its publication. Registered articles are reviewed by the editorial staff and, when formally and in substance, the requirements of the journal are sent to peer review, including through an open discussion using the web resource www.sworld.education

Only previously unpublished materials can be posted in the journal.

Regulations on the ethics of publication of scientific data and its violations

The editors of the journal are aware of the fact that in the academic community there are quite widespread cases of violation of the ethics of the publication of scientific research. As the most notable and egregious, one can single out plagiarism, the posting of previously published materials, the misappropriation of the results of foreign scientific research, and falsification of data. We oppose such practices.

The editors are convinced that violations of copyrights and moral norms are not only ethically unacceptable, but also serve as a barrier to the development of scientific knowledge. Therefore, we believe that the fight against these phenomena should become the goal and the result of joint efforts of our authors, editors, reviewers, readers and the entire academic community. We encourage all stakeholders to cooperate and participate in the exchange of information in order to combat the violation of the ethics of publication of scientific research.

For its part, the editors are ready to make every effort to identify and suppress such unacceptable practices. We promise to take appropriate measures, as well as pay close attention to any information provided to us, which will indicate unethical behavior of one or another author.

Detection of ethical violations entails refusal to publish. If it is revealed that the article contains outright slander, violates the law or copyright rules, the editorial board considers itself obliged to remove it from the web resource and from the citation bases. Such extreme measures can be applied only with maximum openness and publicity.



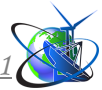
Editorial board

- Averchenkov Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Technical University, Russia
- Angelova Polya Georgieva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Economic Academy D A Tsenova, Svishov, Bulgaria, Bulgaria
- Animica Evgenij Georgievich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ural State University of Economics, Russia
- Antonov Valerij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", Ukraine
- Antrapeva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Ahmadiev Gabdulhat Malikovich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Bazheva Rima Chamalovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H M Berbekov, Russia
- Batyrgareeva Vladislava Stanislavovna, Doctor of Law, Research Institute for the Study of Crime Problems named after academician V V Stashisa NAPRN of Ukraine, Ukraine
- Bezdenzhnyh Tatyana Ivanovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, St Petersburg State University of Economics, Russia
- Blatov Igor Anatolevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
- Burda Aleksey Grigorevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Buharina Irina Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Udmurt State University, Russia
- Bushueva Inna Vladimirovna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Bykov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Velichko Stepan Petrovich, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, Ukraine
- Vizir Vadim Anatolevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Vozhegova Raisa Anatolevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Volgrieva Galina Pavlovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Perm State University, Russia
- Voloh Dmitriy Stepanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, A A National Medical University Pilgrim, Ukraine
- Vorozhitova Aleksandra Anatolevna, Doctor of Philology, Professor, Sochi State University, Russia
- Gavrilenko Nataliya Nikolaevna, Doctor of Education, assistant professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Georgievskij Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, senior scientific employee, SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Getman Anatolij Pavlovich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Gilev Gennadiy Andreevich, Doctor of Education, Professor, Moscow State Industrial University, Russia
- Goncharuk Sergej Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
- Granovskaya Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Grebneva Nadezhda Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
- Grizodub Aleksandr Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, SE "Ukrainian Scientific Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Gricenko Svetlana Anatolevna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Ural State Academy of Veterinary Medicine, Russia
- Gudzenko Aleksandr Pavlovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Lugansk State Medical University, Ukraine
- Demidova V G, candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Ukraine
- Denisov Sergej Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Dorofeev Andrej Viktorovich, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University, Russia
- Dorohina Elena Yurevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, G V Russian University of Economics Plekhanova, Russia
- Ermagambet Bolat Toleuhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Technology LLP, Kazakhstan
- Zhovtonog Olga Igorevna, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS, Ukraine
- Zaharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Zubkov Ruslan Sergeevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Nikolaev Interregional Institute for Human Development of the Higher Educational Institution "University of Ukraine", Ukraine
- Irzhii Hlahula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, FLKR - T Bati University, Zlin, Czech
- Kalajda Vladimir Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University, Russia
- Kalenik Tatyana Kuzminichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Kantarovich Yu L, Ph D in History of Arts, Odessa National Music Academy, Ukraine
- Kapitanov Vasilij Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Karpova Nataliya Konstantinovna, Doctor of Education, Professor, South Federal University, Russia
- Kafarskij Vladimir Ivanovich, Doctor of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionalism, Ukraine
- Kirillova Elena Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Kirichenko Aleksandr Anatolevich, Doctor of Law, Professor, Ukraine
- Klimova Natalya Vladimirovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Knyazeva Olga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Bashkir State Medical University, Russia
- Kovalenko Elena Mihajlovna, doctor of philosophical science, Professor, South Federal University, Russia
- Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Kokebaeva Gulzhauhar Kakenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
- Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Kopej Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ivanovo State University of Chemical Technology, Russia
- Kostenko Vasilij Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Kochinev Yuriy Yurevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, St Petersburg State Polytechnic University, Russia
- Kravchuk Anna Viktorovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academy of the State Prison Service, Ukraine
- Kruglov Valerij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Kuderin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, PSU named after S Toraiyrov, Kazakhstan
- Kurmaev Petr Yurevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychna, Ukraine
- Kuhar Elena Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Kazakh Agro Technical University S Seifullina, Kazakhstan
- Lapkina Inna Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Latygina Natalya Anatolevna, Doctor of Political Science, Professor, Kiev National University of Trade and Economics, Ukraine
- Lebedev Anatolij Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Stavropol State Agrarian University, Russia
- Lebedeva Larisa Aleksandrovna, candidate of psychological sciences, assistant professor, Mordovian State University, Russia
- Lipich Tamara Ivanovna, doctor of philosophical science, assistant professor, Belgorod State University, Russia
- Lomoto Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine
- Lytkina Larisa Vladimirovna, Doctor of Philology, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Lyalkina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Majdanuk Irina Zinovievna, doctor of philosophical science, assistant professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Makarova Irina Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Maksim Viktor Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Malahov A V, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine
- Malcheva Anna Vasilevna, Doctor of Sociology, assistant professor, Altai State University, Russia
- Melnik Alyona Alekseevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Kiev National University of Technology and Design, Ukraine
- Milyaeva Larisa Grigorevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Byisk Technological Institute (branch) "Altai State Technical University named after I I Polzunova", head of the department of business economics, Russia
- Mishenina Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine
- Mogilevskaya I M, candidate of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
- Moisejkina Lyudmila Guhaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kalmyk State University, Russia
- Morozov Aleksey Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Morozova Tatyana Yurevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science, Russia
- Nefedeva Elena Eduardovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Nikolaeva Alla Dmitrievna, Doctor of Education, Professor, Northeast Federal University named after M K Ammosova, Russia
- Orlov Nikolaj Mihajlovich, Doctor of Science in Public Administration, assistant professor, Academy of Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Department of Operational Conquest of the BB, Ukraine
- Otepova Gulgira Elubayevna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Pavlodar State Pedagogical Institute, Kazakhstan
- Pavlenko Anatolij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Poltava National Technical University Yuri Kondratyuk, Ukraine
- Parunakyan Vaagn Emilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Priazov State Technical University, Ukraine
- Patyka Nikolaj Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine
- Pahomova Elena Anatolevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, International University of Nature, Society, and Man "Dubna", Russia
- Pachurin German Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University R E Alekseeva, Russia
- Pershin Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Russia
- Piganov Mihail Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Samara State Aerospace University named after academician S P Queen, Russia
- Polyakov Andrej Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnitsa National Technical University, Ukraine
- Popov Viktor Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Popova Taisiya Georgievna, Doctor of Philology, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Rastrygina Alla Nikolaevna, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, I Shevchenko, Kropyvnytskyi, Ukraine
- Rebezov Maksim Borisovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Reznikov Andrej Valentinovich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Moscow State Technological University "Stankin", Russia
- Rokochinskij Anatolij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor,



National University of Water Resources and Environmental Management, Ukraine
 Romashenko Mihail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
 Rylov Sergej Ivanovich, PhD in Economics, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
 Saveleva Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Sochi State University, Russia
 Safarov Artur Mahmudovich, Doctor of Philology, Senior Lecturer, Russia
 Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Petersburg State University of Railway Engineering, Russia
 Semencov Georgij Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
 Sentyabrev Nikolaj Nikolaevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Culture, Russia
 Sidorovich Marina Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kherson State University, Ukraine
 Sirota Naum Mihajlovich, Doctor of Political Science, Professor, State University of Aerospace Instrumentation, Russia
 Smirnov Evgenij Ivanovich, Doctor of Education, Professor, Yaroslavl State Pedagogical University named after K D Ushinsky, Russia
 Sokolova Nadezhda Gennadevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Izhevsk State Technical University, Russia
 Starodubcev Vladimir Mihajlovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 Stegnij Vasilij Nikolaevich, Doctor of Sociology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
 Stepenko Valerij Efremovich, Doctor of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia
 Stoypec Olesandr Vasilovich, Doctor of Philosophy, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
 Stoypec Vasil Grigorovich, Candidate of Philology, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
 Strelcova Elena Dmitrievna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, South Russian State Technical University (NPI), Russia
 Suhenko Yuriy Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 Suhova Mariya Gennadevna, Doctor of Geographical Sciences, assistant professor, Gorno-Altai State University, Russia
 Tarariko Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
 Tarasenko Larisa Viktorovna, Doctor of Sociology, Professor, South Federal University, Russia
 Testov Boris Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tobolsk Integrated Scientific Station, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk, Russia
 Tokareva Natalya Gennadevna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Medical Institute FSBEI HE "Moscow State University named after NP Ogarev, Russia
 Tolbatov Andrej Vladimirovich, candidate of technical sciences, assistant professor, Sumy National Agrarian University, Ukraine
 Tonkov Evgenij Evgenievich, Doctor of Law, Professor, Law Institute of the National Research University Belgorod State University, Russia
 Trigub Petr Nikitovich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine
 Tungushbaeva Zina Bajbagusovna, Doctor of Biological Sciences, Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Kazakhstan
 Ustenko Sergej Anatolevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Nikolaev State University named after V O Sukhomlinsky, Ukraine
 Fateeva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University, Russia
 Fatyhova Alevtina Leontevna, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University (Sterlitamak branch), Russia
 Fedorishin Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
 Fedotova Galina Aleksandrovna, Doctor of Education, Professor, Novgorod State University, Russia
 Fedyanina Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
 Habibullin Rifat Gabdulhakovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
 Hodakova Nina Pavlovna, Doctor of Education, assistant professor, Moscow City Pedagogical University, Russia
 Hrebina Svetlana Vladimirovna, Doctor of Psychology, Professor, Pyatigorsk State Linguistic University, Russia
 Chervonyj Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine
 Chigirinskaya Natalya Vyacheslavovna, Doctor of Education, Professor, Volgograd State Technical University, Russia
 Churekova Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Russia
 Shajko-Shajkovskij Aleksandr Gennadevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chernivtsi National University Y Fedkovich, Ukraine
 Shapovalov Valentin Valerevich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
 Shapovalov Valerij Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkiv Regional State Administration, Ukraine
 Shapovalova Viktoriya Alekseevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
 Sharagov Vasilij Andreevich, Doctor of Chemical Sciences, assistant professor, Balti State University "Alecu Russo", Moldova
 Shevchenko Larisa Vasilevna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Shepitko Valerij Yurevich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
 Shibaev Aleksandr Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
 Shishka Roman Bogdanovich, Doctor of Law, Professor, National Aviation University, Ukraine
 Sherban Igor Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
 Elezovich M Dalibor , Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Pristina University K Mitrovica, Serbia
 Yarovenko Vasilij Vasilevich, Doctor of Law, Professor, Admiral G I Maritime State University Nevelsky, Russia
 Yacenko Aleksandr Vladimirovich, Professor, Institute of Maritime Economics and Entrepreneurship, Scientific Research Design Institute of the Marine Fleet of Ukraine, Ukraine
 Evstropov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Russia
 Kononova Alexandra Evgenievna, PhD in Economics, docent, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
 Svitlana Titova, PhD in Geography, docent, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
 Tatarchuk Tetiana, PhD in technical sciences, NU "Zaporizhzhya Polytechnic", Ukraine
 Chupakhina Svitlana Vasylyvna, PhD in pedagogical sciences, docent, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
 Boiko Ruslan Vasilovich, PhD in Economics, docent, Khmelnytsky National University, Ukraine
 Voropayeva Tetiana Sergiivna, PhD in Psychology, docent, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
 Zakharenko Natalia, PhD in Economics, Priazov State Technical University, Ukraine
 Kirkin Olesandr Pavlovich, PhD in technical sciences, docent, Priazov State Technical University, Ukraine
 Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, docent, Kherson State Agrarian University, Ukraine
 Tharkahova Irma Grigorevna, PhD in Economics, docent, Adyge State University, Russia
 Vitrovij Andriy Orestovych, PhD in technical sciences, docent, Ternopil National Economic University, Ukraine
 Khodakivska Olga, Doctor of Economic Sciences, senior research assistant, National Research Center "Institute of Agrarian Economics", Ukraine
 Shatkovskiy Andrii, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Melioration of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
 Katerynchuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
 Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Ukraine
 Gornostaj Oryslava Bogdanivna, PhD in technical sciences, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
 Stanislavchuk Oksana Volodymyrivna, PhD in technical sciences, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
 Mirus Olesandr-Zenovij Lvovich, PhD in Chemistry, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
 Nashynets-Naumova Anfisa, Doctor of Law, docent, Boris Grinchenko Kyiv University, Ukraine
 Kyselov Iuriy Olexandrovych, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture, Ukraine
 Smutchak Zinaida Vasylyvna, Doctor of Economic Sciences, docent, Flight Academy of the National Aviation University, Ukraine
 Polenova Galina Tikhonovna, Doctor of Philology, Professor, Rostov-on-Don State University of Economics, Russia
 Makeeva Vera Stepanovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Russia
 Bunchuk Oksana, Doctor of Law, docent, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine
 Gladukh Ievgenii, Doctor of Pharmacy, Professor, National University of Pharmacy, Ukraine
 Benera Valentyna , Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
 Demyanenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
 Makarenko Andriy Viktorovich, PhD in pedagogical sciences, docent, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
 Kharkovliuk-Balakina Natalia, PhD in biological sciences, docent, State Institution "Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Ukraine
 Chushenko Valentina Mykolayivna, PhD in pharmaceutical sciences, docent, National Pharmaceutical University, Ukraine
 Malinina Nina Lvovna, doctor of philosophical science, docent, Far Eastern Federal University", Russia
 Brukhansky Ruslan Feoktistovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Western Ukrainian National University, Ukraine
 Zastavetska Lesya Bogdanovna, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ternopil National Pedagogical University named after V Gnatyuk, Ukraine
 Kalabska Vira Stepanivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychna, Ukraine
 Kutishchev Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, VSTU, Russia
 Pikas Olha Bohdanivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, National Medical University named after A A Bogomolets, Ukraine



УДК 621.3

**ALGORITHMIC PROVISION OF SOLVING NONLINEAR BORDER
THERMAL MASS TRANSFER PROBLEMS**
**АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ КРАЙОВИХ
ЗАДАЧ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ**

Zelensky K./Зеленський К.Х.*Phd, as. prof./к.т.н, доц*

ORCID:0000-0003-1501-8214

Bovsunovska K./Бовсуновська К.С.*s.t./ст. викл.*

ORCID:0000-0003-0936-2246

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
department of biomedical cybernetics, Prospect Peremogy, 37, 03056, Kyiv, Ukraine*
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, 03056, м. Київ, Україна*

Bolhovitin V./Болховітін В. М.*gr.stud/aspirant**University "Ukraine", Lvivska str, 23, Kyiv, Ukraine**Університет «Україна», вул. Львівська, 23, м. Київ, Україна*

Анотація. Розроблено алгоритмічне і програмне забезпечення, призначене для розв'язання нелінійних крайових задач математичної фізики, якими описуються процеси масо і теплоперенесення рідинних і газових субстанцій. Підґрунтям для алгоритмічного забезпечення є застосування числово-аналітичного методу розв'язання нелінійних рівнянь масо і теплоперенесення. Розроблені алгоритми надають можливість автоматизувати процес вирішення широкого кола прикладних задач математичної фізики.

Ключові слова: масо і теплоперенос, нелінійні рівняння у частинних похідних, функції Бесселя, ланцюгові дроби, інтегральні перетворення,

Вступ

Широкий клас процесів перенесення маси і тепла у різноманітних технологічних пристроях описується системами нелінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних математичної фізики [1,2].

У випадку декартових прямокутних координат інтегральні перетворення від нелінійних функцій зводяться до обчислення інтегралів у скінченних межах від добутку тригонометричних функцій, що є стандартна процедура і не викликає ніяких ускладнень. Ситуація стає суттєво складнішою при вирішенні нелінійних задач у циліндричній або сферичній системах координат. До таких задач належить широке коло задач, пов'язаних із гідродинамічними процесами в областях із циліндричною геометрією, що описуються системами нелінійних рівнянь Нав'є--Стокса, теорії пружності, теорії деформацій тощо[3,4].

На відміну від переважної кількості наукових праць, присвячених розв'язанню задач, аналогічних наведених нижче системі диференціальних рівнянь, у яких застосовуються різницеві схеми апроксимації операторів, ми застосовуємо числово-аналітичний метод розв'язання таких систем, що надало можливість отримати розв'язки у квадратурах (аналітичні вирази), які використовуються для побудови систем автоматичного управління цими процесами.



Застосування інтегральних перетворень за просторовими змінними в ітераційній процедурі розв'язання нелінійних крайових задач пов'язано із необхідністю обчислення інтегралів від добутку двох, трьох та більше циліндричних чи сферичних функцій. Як відомо, інтеграли від добутку двох чи більше циліндричних функцій у квадратурах не існують (за винятком інтегралів від двох циліндричних функцій одного й того самого порядку (інтеграл Ломмеля).

Спроба обчислення такого типу інтегралів числовими методами призводить до суттєвих похибок внаслідок специфіки циліндричних функцій.

Отже, виникає необхідність у розробці методів наближеного інтегрування добутків циліндричних функцій, що забезпечували б прийнятну точність інтегрування.

Матеріали і методи

Типова крайова задача про масо і теплоперенесення у циліндричній системі координат може бути подана у такому вигляді (для наочності розглядається осесиметричний рух субстанції):

Рівняння руху:

$$\rho \left(\frac{\partial v_r}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial r} + \mu_e \Delta v_r + \rho g_r;$$

$$\rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r \frac{\partial v_z}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu_e \Delta v_z + \rho g_z;$$

рівняння енергії:

$$c_v \rho \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v_r \frac{\partial T}{\partial r} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \lambda_r \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + A q_T;$$

$$q_T = -T \frac{\partial p}{\partial T} \Big|_p \left[\frac{1}{r} \frac{\partial (r v_r)}{\partial r} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right] + 2 \mu_e \left[\left(\frac{\partial v_r}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \right)^2 \right]$$

Ці рівняння доповнюються відповідними до специфіки задачі початковими і межовими умовами.

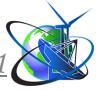
Методи розв'язання наведеної крайової задачі викладено у [5] та інших працях авторів. Згідно із метою роботи розглянемо алгоритмічне і програмне забезпечення цих методів.

Апроксимація циліндричних функцій

Спочатку розглянемо апроксимацію дробово-раціональним виразом функції Бесселя першого роду. Застосування функцій такого типу досить поширене при розв'язанні крайових задач для диференціальних рівнянь. Як добре відомо [6] функції Бесселя першого роду записуються у вигляді

$$J_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k (x/2)^{n+2k}}{k! \Gamma(n+k+1)}. \quad (1)$$

Апроксимуємо (1) дробово-раціональною функцією. Поставимо задачу домогтися точності апроксимації $\varepsilon = 0,00001$.



$$\bar{J}_0(z = (x/2)^2);$$

$$\frac{1 - 3.2556z + 2.2378z^2 - 0.54686z^3 + 0.054185z^4 - 0.0018907z^5}{1 + 0.24435z + 0.0305z^2 + 0.00254z^3 + 10^{-5}(15.23z^4 + 0.642z^5 + 0.0154z^6)} \quad (2)$$

Перетворимо цей дробово-раціональний вираз у суму ланок другого степеню. Для цього необхідно визначити корені знаменника. Маємо:

$$z^6 + 41.6z^5 + 9861.6z^4 + 4 \cdot 10^4 z^3 + 1.97 \cdot 10^5 z^2 + 1.58 \cdot 10^6 z + 6.47 \cdot 10^6 =$$

$$(179.26 + 16.793z + z^2)(164.03 + 24.529z + z^2)(220.11 + 0.24981z + z^2).$$

Після цього з метою визначення коефіцієнтів у чисельниках виразів другого степеню треба розв'язати відповідну систему лінійних алгебраїчних рівнянь. ($Ab = d$). Отже, функція Бесселя першого роду 0-го порядку апроксимується виразом

$$J_0(z); \frac{679310 + 65794z}{179.26 + 16.793z + z^2} + \frac{-506130 - 79342z}{164.03 + 24.529z + z^2} + \frac{-154720 + 1310z}{220.11 + 0.24981z + z^2}.$$

Оцінка похибки наближення: $J_0(7) = 0.30010$; $\bar{J}_0(7) = 0.30010$.

За таким же алгоритмом одержано апроксимуючу функцію для функції Бесселя першого роду 1-го порядку

$$J_1(z); \frac{106790 + 16219z}{96.498 + 12.66z + z^2} + \frac{-78570 - 18245z}{88.504 + 18.057z + z^2} + \frac{-25687 - 296.6z}{117.88 + 1.0346z + z^2}.$$

$$z = \sigma_j/2x^2.$$

У згорнутому вигляді апроксимацію функцій Бесселя першого роду n -порядку можна записати у такому вигляді

$$J_n(x) = \sum_{k=1}^3 \frac{c_{6k+3}^n + c_{6k+4}^n x^2}{c_{6k}^n + c_{6k+1}^n x^2 + c_{6k+2}^n x^4}, \quad (3)$$

Із урахуванням виразу (3) можна записати добуток двох функцій Бесселя першого роду

$$J_n(\sigma_j x) J_l(\sigma_l x) = \sum_{k=1}^3 \frac{c_{6k+3}^n + c_{6k+4}^n x^2}{c_{6k}^n + c_{6k+1}^n x^2 + c_{6k+2}^n x^4} \sum_{k=1}^3 \frac{c_{6k+3}^l + c_{6k+4}^l x^2}{c_{6k}^l + c_{6k+1}^l x^2 + c_{6k+2}^l x^4}$$

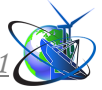
$$= \sum_{k=1}^3 \frac{d_{6k+3}^n + d_{6k+4}^n x^2}{c_{6k}^n + c_{6k+1}^n x^2 + c_{6k+2}^n x^4} + \sum_{k=1}^3 \frac{d_{6k+3}^l + d_{6k+4}^l x^2}{c_{6k}^l + c_{6k+1}^l x^2 + c_{6k+2}^l x^4}$$

Подання добутку дробово-раціональних виразів як суми виразів другого порядку отримується за допомогою алгоритму і відповідного програмного коду.

Тоді задача інтегрування добутку двох циліндричних функцій (у даному випадку функцій Бесселя першого роду) зводиться до інтегрування ланцюгів другого порядку, що є стандартна процедура математичного аналізу

$$\text{Для добутку 3-х функцій Бесселя } IZ_{n,l,m}(x) = \int_0^R J_n(x) J_l(x) J_m(x) x dx$$

$$= \int_0^R \left[\sum_{k=1}^3 \frac{d_{6k+3} + d_{6k+4} x^2}{[d_{6k} + d_{6k+1} x^2 + d_{6k+2} x^4]^3} + \sum_{k=4}^{12} \frac{d_{6k+3} + d_{6k+4} x^2}{d_{6k} + d_{6k+1} x^2 + d_{6k+2} x^4} \right] x dx. \quad (4)$$



Тут коефіцієнти d_k залежать від власних значень $\sigma_n, \sigma_l, \sigma_m$

У випадку, коли задача поставлена для полого циліндру, замість функцій Бесселя першого роду у якості власних функцій задіяні функції Бесселя другого роду -- функції Неймана

$$Y_n(\sigma_j x) = \frac{2}{\pi} (C + \log \frac{x}{2}) J_n(x) - \frac{1}{\pi} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(n-k-1)!}{k!} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k-n} - \frac{1}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k!(n+k)!} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k+n} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k} + 1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n+k}\right) \quad (5)$$

Апроксимація функції Неймана ускладнюється наявністю $\log x/2$. Застосування до виразу (5) апарату ланцюгових дробів дає

$$Y_n(\sigma_j x) = \sum_{k=1}^3 \frac{c_{6k+3}^n + c_{6k+4}^n x^2}{c_{6k}^n + c_{6k+1}^n x^2 + c_{6k+2}^n x^4} + \sum_{k=1}^3 \frac{c_{6k+3}^l + c_{6k+4}^l x}{c_{6k}^l + c_{6k+1}^l x + c_{6k+2}^l x^2} \quad (6)$$

При обчисленні інтегралу виконується множення сум ланцюгів другого порядку відносно 4-го степеню по x та другого степеню по x за рахунок апроксимації $\log x/2$. Отже, добуток двох функцій Неймана дає вираз вигляду

$$Y_n(\sigma_j x) Y_l(\sigma_i x) = \sum_{k=1}^3 \frac{b_{6k+3}^n + b_{6k+4}^n x^2}{[b_{6k}^n + b_{6k+1}^n x^2 + b_{6k+2}^n x^4]^2} + \sum_{k=1}^3 \frac{b_{6k+3}^l + b_{6k+4}^l x}{[b_{6k}^l + b_{6k+1}^l x + b_{6k+2}^l x^2]^2} + \sum_{k=4}^6 \frac{b_{6k+3}^n + b_{6k+4}^n x^2}{b_{6k}^n + b_{6k+1}^n x^2 + b_{6k+2}^n x^4} + \sum_{k=4}^6 \frac{b_{6k+3}^l + b_{6k+4}^l x}{b_{6k}^l + b_{6k+1}^l x + b_{6k+2}^l x^2}.$$

Для добутку трьох функцій Неймана матимемо вирази, аналогічні (5), (6), але кількість складових ланцюгів другого порядку буде вдвічі більшою.

Вирази (3)--(6) отримуються для кожного власного значення σ_j, σ_i .

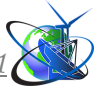
Конвективні складові

Інша група алгоритмів пов'язана із визначенням власних значень для власних функцій задач Штурма--Ліувілля при виконанні скінченних інтегральних перетворень за рештою просторових змінних. До них належать задачі визначення коренів трансцендентних рівнянь, обчислення інтегралів від добутків власних функцій тощо.

Конвективні складові у рівняннях конвективно-дифузійного перенесення субстанції відносно компонент швидкості ($u = v_1, v = v_2, w = v_3$) після застосування інтегральних перетворень за просторовими змінними можна подати у такому вигляді

$$v_1 \frac{\partial f_j}{\partial x} + v_2 \frac{\partial f_j}{\partial y} + v_3 \frac{\partial f_j}{\partial z}, \quad j = 1, 2, 3, 4. \quad (7)$$

Тут $f_j = [v_1, v_2, v_3, T]$, T -- субстанція, що досліджується (температура, концентрація домішків, напруженість, деформація тощо). Координати x, y, z можуть бути як прямокутними декартовими, так і циліндричними або сферичними. У даному випадку це не суттєво, оскільки до виразу (7) застосовано інтегральні перетворення за просторовими змінними. Тож замість (7) маємо вираз:



$$V_1(t) \cdot T_j(t) + V_2(t) \cdot T_j(t) + V_3(t) \cdot T_j(t), \quad j=1,2,3,4. \quad (8)$$

Функції $V_k(t)$, $T_j(t)$ -- це функції, що отримані внаслідок інтегральних перетворень за просторовими змінними і є функції часу, які отримуються внаслідок розв'язання системи рівнянь на попередній ітерації. Зокрема, перша ітерація -- це розв'язок системи рівнянь у лінійному наближенні (див. попередній розділ). Наприклад,

$$V_1(t)T_j(t) = v_1 \frac{\partial T}{\partial x} = \iiint_{R_0} v_1(x, y, z, t) T(x, y, z, t) X(x) Y(y) Z(z) dz dy dx.$$

Отже, для кожної конвективної складової у просторі зображень матимемо вираз вигляду

$$f_1(t)f_2(t) = [a_0 + e^{-\alpha_{nkj}t} (a_1g_1(\omega_{nkj}t) + a_2g_2(\omega_{nkj}t))] \times [b_0 + e^{-\alpha_{nkj}t} (b_1h_1(\omega_{nkj}t) + b_2h_2(\omega_{nkj}t))],$$

де g_1, h_1 - $\sin rt$ або $sh(rt)$, g_2, h_2 - $\cos rt$ або $ch(rt)$, залежно від значень ω_{nkj} .

Оскільки інтегральне перетворення за часом (перетворення Лапласа) є лінійне, треба виконати операцію добутку у часі для кожного із конвективних членів ($j=\overline{1,4}$) Після виконання операції добутку отримаємо вираз, до якого можна застосовувати перетворення Лапласа:

$$\overline{V_1(t)T_j(t)} = \sum_{k=1}^4 \left[\frac{c_{6k+2}}{p} + \frac{c_{6k} + c_{6k+1}p}{c_{6k+3} + c_{6k+4}p + c_{6k+5}p^2} \right].$$

Після застосування алгоритму еквівалентного спрощення до всіх складових ($j=\overline{1,4}$) можна записати

$$\mathcal{L}_t[V_1(t)T_j(t) + V_2(t)T_j(t) + V_3(t)T_j(t)] \approx \frac{d_2}{p} + \frac{d_0 + d_1p}{d_3 + d_4p + d_5p^2}. \quad (9)$$

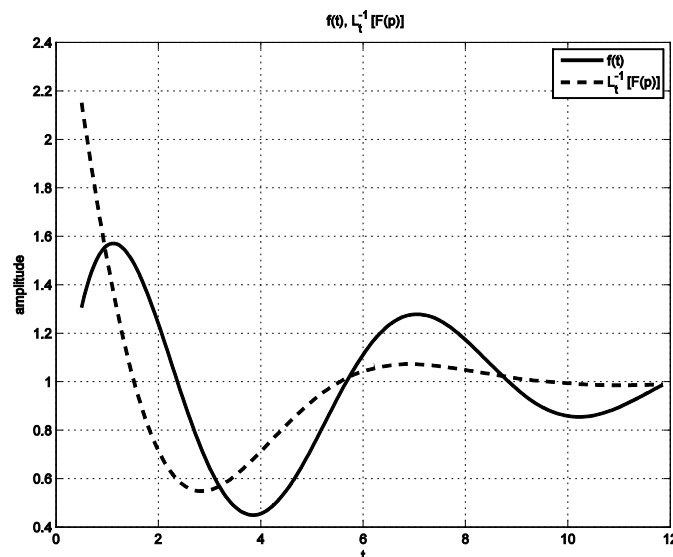


Рис. 1 Апроксимація функції дробово-раціональним виразом

Похибки апроксимації, що виникають, компенсуються за рахунок додаткових ітерацій. На рис. 1, 2 наведено приклади апроксимації функції вигляду



$$f(t) = a_0 + e^{-\alpha_{nkj}t} \left[a_1 g_1(\omega_{nkj}t) + a_2 g_2(\omega_{nkj}t) \right]$$

та добутку двох функцій часу дробово-раціональним виразом (9).

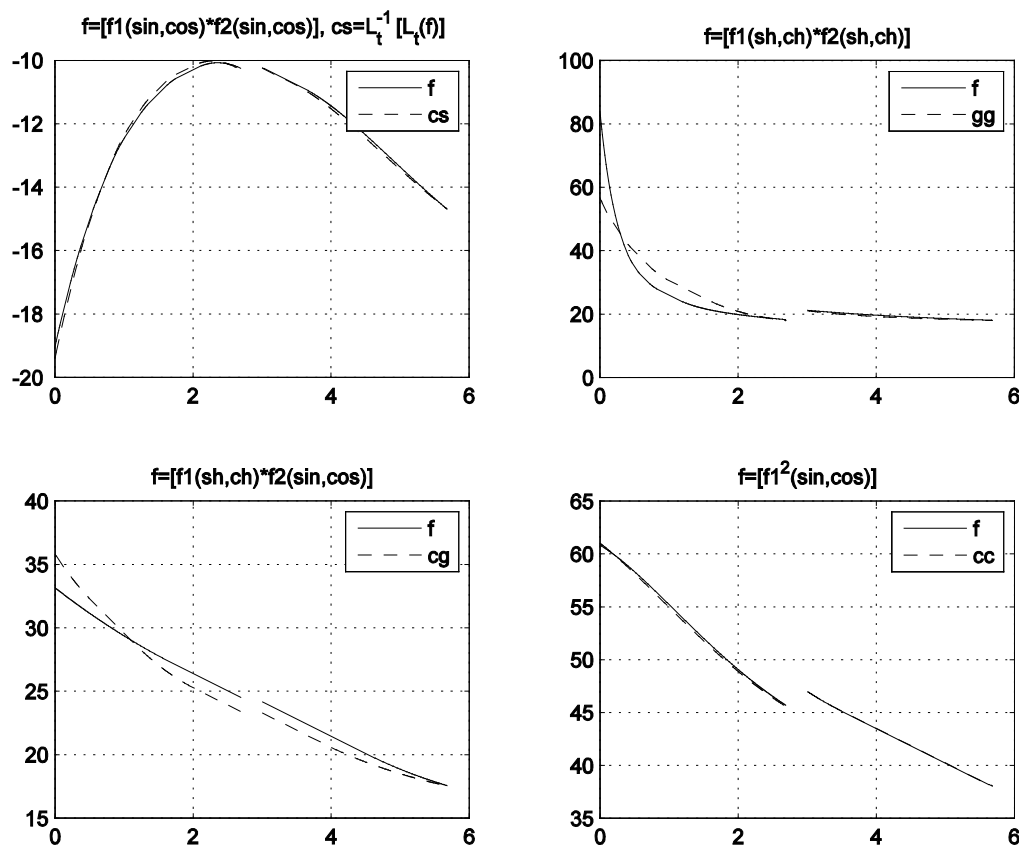


Рис. 2 Апроксимація добутків типових виразів

Висновки

Запропоновано алгоритм спрощення дробово-раціональних функцій шляхом пониження їхніх степенів із використанням ланцюгових дробів. Застосування цього алгоритму надає можливість запобігти надмірності степенів рядів, за допомогою яких подаються розв'язання лінійних крайових задач математичної фізики.

Запропоновано алгоритм апроксимації циліндричних функцій дробово-раціональними виразами, що надає можливість автоматизувати обчислення інтегралів від довільного добутку циліндричних функцій, зокрема функцій Бесселя першого та другого типів.

Розроблено алгоритм перетворення конвективної складової рівнянь Нав'є--Стокса. Реалізація наведених алгоритмів дозволяє створити алгоритмічне і програмне забезпечення і, отже, автоматизувати процеси розв'язання нелінійних крайових задач.

Література

1. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. М.: Наука, 1984. --520 с.
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М.: УРСС, 2003—784 с.



3. Utikar R, Darmawan N, Tade M. Hydrodynamic Simulation of Cyclone Separators Computational Fluid Dynamics, p. 242--270, January 2010.

4. Халатов А, Авраменко А, Шевчук И Теплообмен и гидродинамика в полях центробежных массовых сил. Том 3.-- Закрученные потоки.-- Институт техн. теплофизики НАНУ, 2000.-- 474 с.

5. Зеленський К. Х. Ігнатенко В.М., Бовсуновська К.С. Комп'ютерне моделювання повітряних сумішей у циклонних камерах./Респ. міжв. сб. АСАУ, №1 (22), 2013, С. 120–134.

6. Зеленська Н. К. Апроксимація циліндричних функцій дробово-раціональними виразами/Н.К. Зеленська, К.Х. Зеленський//Вісник Університету «Україна», серія: інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика, №1, 2016.–С. 49—54.

References

1. Belotcerkovsy O.M. Numerical modeling in continuum mechanics. М .: Nauka, 1984. -- 520 s.

2. Samarsky AA, Vabishchevich PN Computational heat transfer. М .: URSS, 2003—784 s.

3. Utikar R, Darmawan N, Tade M. Hydrodynamic Simulation of Cyclone Separators Computational Fluid Dynamics, p. 242--270, January 2010.

4. Khalatov A, Avramenko A, Shevchuk I Heat transfer and hydrodynamics in the fields of centrifugal mass forces. Volume 3 .-- Twisted threads .-- Institute of Tech. of Thermophysics of NASU, 2000 .-- 474 p.

5. Zelensky KH Ignatenko VM, Bovsunovskaya KS Computer modeling of air mixtures in cyclone chambers. between Sat ASAU, №1 (22), 2013, pp. 120–134.

6. Zelenskaya NK Approximation of cylindrical functions by fractional-rational expressions / NK Zelenskaya. Zelenska, K.Kh. Zelensky // Bulletin of the University "Ukraine", series: Informatics, Computer Science and Cybernetics, №1, 2016.–P. 49—54.

Abstract. Algorithmic and software designed to solve nonlinear boundary value problems of mathematical physics, which describe the processes of mass and heat transfer of liquid and gaseous substances, have been developed. The basis for algorithmic support is the application of numerical-analytical method for solving nonlinear equations of mass and heat transfer. The developed algorithms provide an opportunity to automate the process of solving a wide range of applied problems of mathematical physics.

Keywords: mass and heat transfer, nonlinear equations in partial derivatives, Bessel functions, chain fractions, integral transformations



УДК 539.3

CALCULATION OF MULTILAYER STRUCTURES WITH RIGID FILLER

РОЗРАХУНОК БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ТВЕРДИМ НАПОВНІЮВАЧЕМ

Trubachev S.I./ Трубачев С.І.

c.t.s., PhD.

ORCID: : 0000-0002-7349-9426

Alekseychuk O.N./ Алексейчук О.М.

c.t.s., PhD.

ORCID: 0000-0003-4243-730X

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Peremohy Avenue, 37, 03056

Abstract. The method of calculation of composite layered shells with rigid aggregate was presented in this work. It's based on the variational-grid approach to form the necessary functionals with their subsequent minimization by the method of coordinate descent. The convergence of solutions was studied on the example of a numerical experiment

Key words: composite layered shells, method of coordinate descent, nonlinear displacements functions, variational-grid approach

Introduction.

Laminated shells made of high-strength composite materials with different stacking of layers have found wide application in aviation technology as elements of bearing surfaces of aircraft, as well as in many other industries. Thus, the improvement of methods for calculating heterogeneous layered structures is an urgent task. Numerical methods of research, which allow predicting the possible destruction of a structure, are also relevant along with the methods of non-destructive testing, flaw detection of structures with the help of hardware method. The designations are taken from the classical shell theory [1].

Statement and solution of the problem

We represent the points displacements of the bearing shell layers in the following form

$$\begin{aligned} u^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2, z) &= u_0^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) + z^{(n)}\theta_1^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) \\ v^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2, z) &= v_0^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) + z^{(n)}\theta_2^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) \\ w^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2, z) &= w_0^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2), \quad n = 1, 2 \end{aligned} \quad (1)$$

where $\theta_1^{(n)}$ and $\theta_2^{(n)}$, $n = 1, 2$ are the angles of rotation in the normal load-bearing layers, respectively, in the planes $\alpha_1 = \text{const}$, $\alpha_2 = \text{const}$:

$$\begin{aligned} \theta_1^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) &= -\frac{1}{A_1} \frac{\partial w_0^{(n)}}{\partial \alpha_1} + \frac{u_0^{(n)}}{R_1}, \\ \theta_2^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) &= -\frac{1}{A_2} \frac{\partial w_0^{(n)}}{\partial \alpha_2} + \frac{v_0^{(n)}}{R_2} \end{aligned} \quad (2)$$

$u_0^{(n)}$, $v_0^{(n)}$, $w_0^{(n)}$, $n = 1, 2$ are the components of the points displacement of the bearing layers middle surface in the direction of the coordinate axes in the adopted coordinate system.



Solution method

For the filler, we take a nonlinear displacement distribution

$$\begin{aligned} u^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2, z) &= u_0^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) + \sum_{m=1}^3 u_i(\alpha_1, \alpha_2) z^m \\ v^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2, z) &= v_0^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) + \sum_{m=1}^3 v_i(\alpha_1, \alpha_2) z^m \\ w^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2, z) &= w_0^{(n)}(\alpha_1, \alpha_2) + \sum_{m=1}^3 w_i(\alpha_1, \alpha_2) z^m \end{aligned} \quad (3)$$

The stresses in the bearing layers are represented as [1]

$$\{\sigma^{(n)}\} = [G^{(n)}] \{\varepsilon^{(n)}\}, \quad n = 1, 2, \quad (4)$$

where $\{\sigma^{(n)}\} = \{\sigma_1^{(n)}, \sigma_2^{(n)}, \tau_{12}^{(n)}\}$ are the stress tensor components;

$\{\varepsilon^{(n)}\} = \{\varepsilon_1^{(n)}, \varepsilon_2^{(n)}, \gamma_{12}^{(n)}\}$ are the strain tensor components

$$[G^{(n)}] = \begin{pmatrix} g_{11}^{(n)} & g_{12}^{(n)} & g_{13}^{(n)} \\ \dots & g_{22}^{(n)} & g_{23}^{(n)} \\ \dots & \dots & g_{33}^{(n)} \end{pmatrix}$$

Is the matrix of elastic coefficients. For isotropic carrier material we have

$$\begin{aligned} g_{11}^{(n)} &= g_{22}^{(n)} = \frac{E_n}{1 - \nu_n^2}, \\ g_{12}^{(n)} &= \frac{E_n \nu_n}{1 - \nu_n^2}, \quad g_{33}^{(n)} = G^{(n)}, \\ g_{13}^{(n)} &= g_{23}^{(n)} = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

For placeholder as vector components $\{\sigma^{(3)}\}$ and $\{\varepsilon^{(3)}\}$ we have

$$\begin{aligned} \{\sigma^{(3)}\} &= \{\tau_{13}^{(3)}, \tau_{23}^{(3)}, \sigma_3^{(3)}\}, \\ \{\varepsilon^{(3)}\} &= \{\gamma_{13}^{(3)}, \gamma_{23}^{(3)}, \varepsilon_3^{(3)}\}. \end{aligned} \quad (6)$$

According to Hooke's law:

$$\{\sigma^{(3)}\} = [G^{(3)}] \{\varepsilon^{(3)}\}. \quad (7)$$

If the orthotropy axes coincide with the coordinate lines, the matrix $[G^{(3)}]$ has a diagonal structure.

$$[G^{(3)}] = [g_{55}^{(3)}, g_{44}^{(3)}, g_{33}^{(3)}], \quad (8)$$

where for a material uniform in thickness we have

$$g_{55}^{(3)} = G_{13}^{(3)}; \quad g_{44}^{(3)} = G_{23}^{(3)}; \quad g_{33}^{(3)} = E_z^{(3)}. \quad (9)$$

The potential deformation energy of a three-layer plate is equal to the sum of the potential deformation energies of the bearing layers and the filler:

$$u = \frac{1}{2} a(v, v) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \int_{V(i)} \{\varepsilon^{(i)}\}^T \{\sigma^{(i)}\} dV_i \quad (10)$$

Where are

$$\begin{aligned} \{\sigma^{(n)}\} &= \{\sigma_x^{(n)}, \sigma_y^{(n)}, \tau_{xy}^{(n)}\}; \{\varepsilon^{(n)}\} = \{\varepsilon_x^{(n)}, \varepsilon_y^{(n)}, \gamma_{xy}^{(n)}\}, n = 1, 2 \\ \{\sigma^{(3)}\} &= \{\tau_{xx}^{(3)}, \tau_{yx}^{(3)}, \sigma_z^{(3)}\}; \{\varepsilon^{(3)}\} = \{\gamma_{xz}^{(3)}, \gamma_{yz}^{(3)}, \varepsilon_z^{(3)}\}. \end{aligned}$$

To approximate the deflection of the n th thin bearing layer within each subregion, we use the function [2]



$$w_{0h}^{(h)} = w_1^{(n)} L_1 + w_2^{(n)} L_2 + w_3^{(n)} L_3 + a_1^{(n)} L_1^2 L_2 + a_2^{(n)} L_1^2 L_3 + a_3^{(n)} L_2^2 L_1 + a_4^{(n)} L_2^2 L_3 + a_5^{(n)} L_3^2 L_1 + a_6^{(n)} L_3^2 L_2 + 2a_7^{(n)} L_1 L_2 L_3 \quad (11)$$

Where are

$$\begin{aligned} a_1^{(n)} &= w_1^{(n)} - w_2^{(n)} - b_3 \varphi_1^{(n)} - c_3 \psi_1^{(n)} \\ a_2^{(n)} &= w_1^{(n)} - w_3^{(n)} + b_2 \varphi_1^{(n)} - c_2 \psi_1^{(n)} \\ a_3^{(n)} &= w_2^{(n)} - w_1^{(n)} + b_3 \varphi_2^{(n)} + c_3 \psi_2^{(n)} \\ a_4^{(n)} &= w_{21}^{(n)} - w_3^{(n)} - b_1 \varphi_2^{(n)} - c_1 \psi_2^{(n)} \\ a_5^{(n)} &= w_3^{(n)} - w_1^{(n)} - b_2 \varphi_3^{(n)} - c_2 \psi_3^{(n)} \\ a_6^{(n)} &= w_3^{(n)} - w_2^{(n)} + b_1 \varphi_3^{(n)} + c_1 \psi_3^{(n)} \\ a_7^{(n)} &= \frac{1}{4} \sum_{s=1}^6 a_s^{(n)} \end{aligned} \quad (12)$$

Where are L_i , $i = 1, 2, 3$ - L coordinates determined by the relations [3,4]:

$$L_i = \frac{1}{2\Delta} (a_i + b_i x + c_i y), \quad (13)$$

where $a_1 = x_2 y_3 - y_2 x_3$; $b_1 = y_2 - y_3$; $c_1 = x_3 - x_2$ (14)

The displacements of the middle surfaces of the structural layers and the filler are represented as linear polynomials

$$u_{0h}^{(n)} = u_1^{(n)} L_1 + u_2^{(n)} L_2 + u_3^{(n)} L_3; \quad (15)$$

$$v_{0h}^{(n)} = v_1^{(n)} L_1 + v_2^{(n)} L_2 + v_3^{(n)} L_3.$$

$$w_h^{(3)} = w_1 L_1 + w_2 L_2 + w_3 L_3. \quad (16)$$

Then the total potential energy of each triangle is written in the local coordinate system in the form:

$$\hat{\pi}(\hat{v}_h) = \sum_{n=1}^3 \hat{U}_h^{(n)} - \sum_{n=1}^2 \sum_{i=1}^3 \left(F_{xi}^{(n)} \hat{u}_i^{(n)} + F_{yi}^{(n)} \hat{v}_i^{(n)} + F_{zi}^{(n)} \hat{w}_i^{(n)} + F_{\varphi i}^{(n)} \hat{\varphi}_i^{(n)} + F_{\psi i}^{(n)} \hat{\psi}_i^{(n)} \right) \quad (17)$$

$$\pi(v_h) \equiv \pi(\bar{v}) = \frac{1}{2} (K\bar{v}, \bar{v}) - (\bar{f}, \bar{v}); \bar{v}, \bar{f} \in R, \quad (18)$$

where K is a positive definite symmetric matrix of order N and is the vector of the nodal external load of dimension N . Then the problem of determining the stress-strain state of structures can be represented in the form of minimizing the quadratic functional

$$\bar{u} \in R^n; \pi(\bar{u}) = \inf_{\bar{v} \in R^n} \pi(\bar{v}) \quad (19)$$

The functional is minimized by the coordinate descent method [2,3] in which the vector of approximations is sought in the form

$$\bar{v}^{k+1} = \bar{v}^k + \lambda_i^{k+i} \bar{e}_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (20)$$

Where $\bar{e}_i$ is the single vector in the direction v_i^k , λ_i^{k+1} is a step. It should be noted that the coordinate descent method is highly stable in numerical computation.

As a test example, a shear plate was considered, for the calculation of which the nonclassical Mindlin-Reisner plate theory was used [6].

Summary

A method for calculating layered shell structures with a filler is proposed. For the filler, in contrast to the straight normal hypothesis, non-linear functions for displacements were used. The method is based on the variational-grid approach of



forming functionals with their subsequent minimization by the coordinate descent method. This approach avoids the well-known difficulties associated with the formation, storage and handling of global stiffness matrices.

References

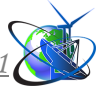
1. Alfutov, N.A., Zinov'ev, P.A., & Popov, B.G. (1984). Raschet mnogoslojnyh plastin i obolochek iz kompozicionnyh materialov. *M.: Mashinostroenie*, 164.
2. Vasilenko, N.V., Babenko, A.E., & Trubachev, S.I. (1989). Raschet trehslojnyh plastin s mjagkim zapolnitelem, podverzhennyh staticheskim i dinamicheskim nagruzkam. *Problemy prochnosti*, (2), 71-74.
3. Trubachev S. I., & Alekseychuk, O.N. (2018). The stress-strain state determination of a centrifugal turbomachine wheel. *Mehanika giroskopichnih sistem*. (35), 103 –109, DOI: 10.20535/0203-377129201565604
4. Trubachev S. I., & Alekseychuk, O.N. (2015). Applying the variational grid method of the supported shells calculation. *Informacijni sistemi, mehanika ta keruvannja*. (13), 60-67, DOI: 10.20535/2219-380413201568994.
5. Trubachev S. I., & Alekseychuk, O.N. (2018). Stress-deformed state of composite shells with filler, *Informacijni sistemi, mehanika ta keruvannja*. (18), 60-67, DOI: 10.20535/2219-38041182018132575.
6. Altenbach, H., Altenbach, J., & Naumenko, K. Ebene Flächentragwerke. (2004). S. 1–210. ISBN: 9783642058417. DOI: 10.1007/978-3-662-06431-3

Анотація .У роботі представлена методика розрахунку композитних шаруватих оболонок з жорстким заповнювачем, яка заснована на варіаційно-сітковому підході формування необхідних функціоналів з подальшою мінімізацією їх методом покоординатного спуску . Для заповнювача, на відміну від гіпотези прямої нормалі, використовувалися нелінійні функції для переміщень. Побудовані алгоритми чисельного розрахунку відрізняються стійкістю і економічністю з точки зору обчислювальних ресурсів. На прикладі чисельного експерименту була досліджена збіжність рішень. В якості тестового прикладу розглядалася податлива на зсув пластина, для розрахунку якої була застосована теорія неklasична теорія пластин Міндліна-Рейснера.

Ключові слова: композитні шаруваті оболонки, метод координатного спуску, функції нелінійних переміщень, варіаційно-сітчастий підхід.

Article sent: 06/02/2021

© Trubachev S.I., Alekseychuk O.N.



УДК 621.9

**PROCESSING OF LARGE-SIZED PARTS OF TURBO UNITS USING
PORTABLE MACHINES****ОБРОБКА ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТУРБОАГРЕГАТІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПОРТАТИВНИХ ВЕРСТАТІВ****Permyakov A.A. / Пермяков О.А.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-9589-0194

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",**Kharkiv, Kyrpuchova str. 2, 65002**Національний технічний університет «ХПІ», Харків, вул.Курпучова, 2, 65002***Ishchenko G.I. / Іщенко Г.І.**

ORCID: 0000-0003-3215-4779

*JSC "Turboatom", Kharkiv, Moscow Ave. 199, 61000**АТ «Турбоатом», Харків, пр.Московський 199, 61000***Ishchenko M.G. / Іщенко М.Г.**

ORCID: 0000-0003-2251-5104

*JSC "Turboatom", Kharkiv, Moscow Ave. 199, 61000**АТ «Турбоатом», Харків, пр.Московський 199, 61000*

Анотація. В роботі розглядається спосіб обробки великогабаритних деталей портативними верстатами агрегатно-модульної конструкції. Недоцільність, а іноді і технічна неможливість демонтажу великогабаритних деталей унеможливорює їх поточний ремонт в умовах заводу. У цьому випадку ефективним і єдино можливим є використання мобільного портативного технологічного обладнання для механічної обробки відновлених і приєднувальних поверхонь недемонтуємих великогабаритних деталей і вузлів турбоагрегатів в умовах станції.

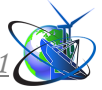
Ключові слова: великогабаритна деталь, портативний верстат, уніфікація, агрегатно-модульна конструкція.

Вступ.

Уніфікація і агрегатування дозволяють на основі базової моделі створювати варіанти виробів з розширеними, звуженими або зміненими функціями. Уніфікація і агрегатування нерозривно пов'язані з раціональним членуванням обладнання на модулі, що дозволяє оперативно створювати нові і модифіковані конструкції з відпрацьованих надійних уніфікованих модулів з додаванням необхідних нових (в тому числі немодульність) складових частин.

Агрегатування дозволяє скомпонувати нову машину з вже спроектованих і освоєних виробництвом складальних одиниць і агрегатів, а не створювати її як оригінальну, єдину в своєму роді. Це дозволяє значно збільшити потужності підприємств без зайвих витрат, без збільшення виробничих площ.

Мобільні верстати дозволяють виконувати ті ж роботи, що й стаціонарні, з двома лише відмінностями: не виріб доставляється до верстата, а верстат доставляється до оброблюваного виробу. Не виріб монтується на верстаті, а верстат монтується безпосередньо на оброблюваному виробі. Мобільність створює унікальні можливості економії часу і коштів при ремонті важкого обладнання, габаритних виробів, трубопроводів, систем нафто- і газопереробки, промислового обладнання та багато інших.



Мобільні верстати разом з інструментом кріпляться безпосередньо на оброблюваному виробі і дозволяють виробляти точні операції навіть в дуже обмеженому просторі.

Причини виникнення портативних металорізальних верстатів

Найчастіше ремонт габаритного обладнання має на увазі виконання операції механічної обробки з точністю, недосяжною при використанні ручного інструменту. При цьому демонтаж і переміщення виробу або значно збільшує простої устаткування (отримання спеціальних дозволів для пересування по логістичним маршрутам до місця ремонту, тривалість виймання виробу з конструкції), або взагалі неможливо технічно (виріб знаходиться в приміщенні, яке не підготовлене для вивезення устаткування без реконструкції) [1].

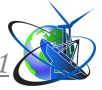
До того ж верстати, які дозволяють обробляти частини такого обладнання, є унікальними і дорогими і, як правило, мають високу ступінь завантаження на підприємствах, які використовують їх, що накладає додаткові ризики на терміни виконання ремонту. Купівля таких верстатів ремонтним підприємством для разових робіт недоцільна через високу вартість. У зв'язку з цим виникає завдання скорочення термінів операцій демонтажу, переміщення і обробки при ремонті габаритного обладнання, що впливають безпосередньо на вартість ремонту. Найефективнішим рішенням для скорочення термінів і вартості ремонтів габаритного обладнання є відмова від операцій демонтажу і транспортування виробу, яке потребує ремонту на користь застосування мобільних верстатів.

Сучасні мобільні верстати за рахунок використання інноваційних конструкційних рішень дозволяють проводити обробку габаритних виробів без їх переміщення з тією ж точністю і продуктивністю, що і верстати стандартної конструкції. При цьому забезпечується проста, швидка установка і збірка мобільного верстата безпосередньо на виробі. Зазначені верстати зручні та економічні в транспортуванні з використанням стандартного вантажного (іноді і легкового) автотранспорту або літака.

Особливості компоновок портативних металорізальних верстатів

Компонування - це система розташування вузлів і керуючих верстата, що відрізняється структурою, пропорціями і властивостями.

Верстати з різними конструкціями вузлів (складальних одиниць) можуть мати однакові компонування, і, навпаки, верстати з однаковими конструкціями основних вузлів (наприклад, з агрегатними силовими головками) можуть мати різні компонування. Тому поняття конструкції і компоновки не слід ототожнювати. Більш того, з метою підвищення якості верстата на всіх етапах його проектування необхідно, щоб на стадії побудови компонування були б виділені і проаналізовані чисто компоновальні чинники якості. Для цього фактори, що відносяться до компонування, повинні бути по можливості відокремлені від факторів, пов'язаних з подальшою розробкою конструкції вузлів. Побудова компонування верстата має свої послідовні ступені, або етапи. Основоположним етапом є розробка технологічної схеми побудови верстата, коли відповідно до технологічного завдання визначають необхідний склад робочих і настановних рухів, число шпинделів, ступінь універсальності



верстата, форму (паралельна або послідовна) централізації обробки, число робочих і завантажувальних позицій і т. д. Результатом цього етапу є схема, яка може бути названа технологічної компонованням.

Наступними етапами побудови компоновання верстата є координатна компоновка, яка розкриває склад і порядок поєднання координатних рухів в верстаті; базова компоновка, що визначає тип верстата по різновидах базових вузлів і іншими ознаками; конструкційна компоновка, уточнююча конструктивне виконання і деякі інші особливості компоновання.

Значним внеском у розвиток теорії компоновок металорізальних верстатів є робота Ю.Д.Врагова [2]. Він запропонував представляти компоновку верстата як структуру блоків: одного стаціонарного та кількох рухомих, розділених лінійними або круговими напрямними. Блоки в компонуванні сполучаються послідовно або паралельно. Поняття про блокову структуру верстата і способах сполучення блоків дозволяє позначати будь-яку компоновку за допомогою структурних формул. Структурна формула компоновання - це певна послідовність символів, що позначають блоки компоновання, яка розкриває координатну приналежність та спосіб сполучення блоків. Для того щоб судити про розташування частин компоновання в просторі і надати можливість дослідження того чи іншого математичного апарату досліджень, в структурних формулах використовують систему позначень осей координат, що відповідає рекомендаціям ІСО.

Структурні формули можуть мати різні ступені уточнення. Запропонований спосіб позначення компоновок верстатів структурними формулами і запропонований на їх основі метод структурного аналізу дозволив Ю.Д.Врагову досконально розглянути особливості та принципи побудови компоновок багатоопераційних верстатів. Очевидно даний похід можливо застосувати для структурного аналізу і синтезу компоновок металорізального обладнання для ремонту недемонтуємих великогабаритних деталей і вузлів турбоагрегатів. Особливістю таких верстатів є мобільність або можливість їх використання за місцем служби ремонтної машини, а також те, що роль стаціонарного блоку (станіни) верстата може виконати сама деталь, що ремонтується.

Опис конструкції вузла і призначення деталі, що розглядається

АТ "ТУРБОАТОМ" виконує реконструкцію двох гідроагрегатів (поворотно-лопатеві турбіни і генератори) для Середньодніпровської ГЕС.

На Середньодніпровському ГЕС встановлено 8 вертикальних гідроагрегатів (рис.1) сумарною встановленою потужністю 352 МВт. Поворотно-лопатеві вертикальні гідротурбіни за обсягами використання знаходяться на другому місці в світовій практиці після радіально-осьових гідротурбін.

Необхідність модернізації деталі

Модернізація гідротурбін потрібна для забезпечення власних потреб станції при аварії у випадку посадки ГЕС на «нуль», підвищити надійність роботи станції в цілому, підвищити безпеку гідротехнічних споруд і, відповідно, екологічну безпеку, підвищити одиниці потужності ГЕС та



підвищення коефіцієнту корисної дії. Модернізації підлягають основні вузли такі як робоче колесо, вал турбіни, деталі закладних частин, вузли регулювання турбіни, окремі вузли направляючого апарату.

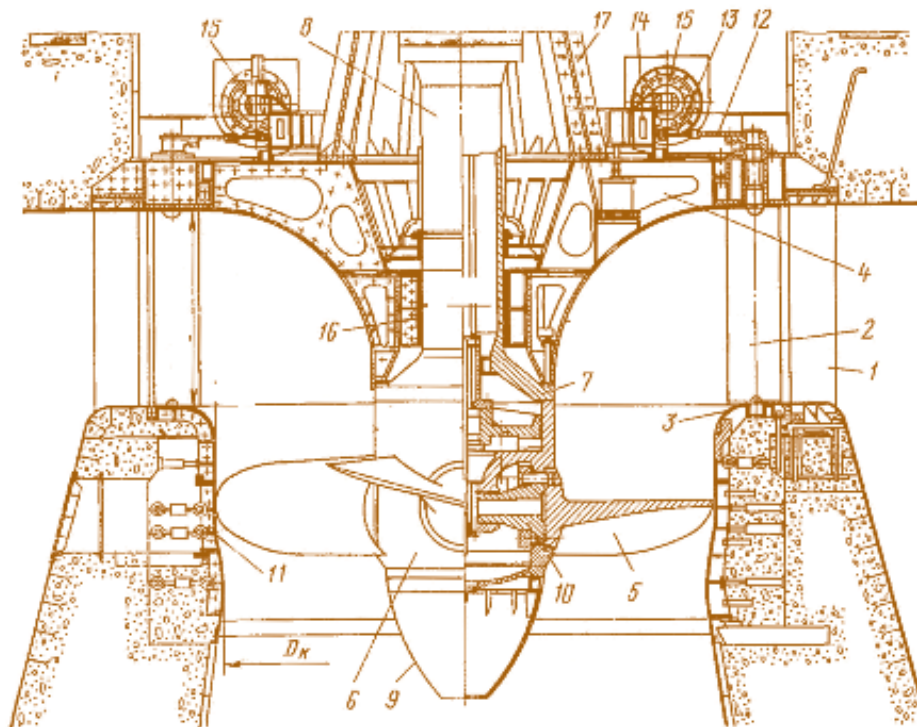


Рисунок 1 – Розріз по поворотно-лопатевої турбіни:

1 - колони статора; 2 - напрямні лопатки; 3 - нижнє кільце; 4 - кришка турбіни; 5 - лопаті робочого колеса; 6 - корпус робочого колеса; 7 - фланець валу; 8 - вал; 9 - обтічник робочого колеса; 10 - камера робочого колеса; 11 - висувний сегмент; 12 - важіль напрямної лопатки; 13 - серьга; 14 - регулююче кільце; 15 - сервомотори; 16 - підшипник; 17 - опорна конструкція подійтника генератора.

Це забезпечить збирання в підвищенні виготовлення валу турбіни (рис.3) з корпусу колеса (рис.4), яке знаходиться на ГЕС, є вузол, вага якого 130 тон, діаметр 930 см, логістичні моделі для перевезення з ГЕС призведе до додаткових витрат.

Вузол гідротурбіни ПЛ20-В-930 складається з валу турбіни та корпусу робочого колеса (рис.5). Обробці підлягають 6 отворів $\varnothing 168H7mm \div \varnothing 173H7mm$ під радіальні шпонки у фланцевому з'єднанні валу турбіни і корпусу робочого колеса Середньодніпровської ГЕС. Отвори $\varnothing 168H7mm \div \varnothing 173H7mm$, що підлягають обробці, призначені для з'єднання фланця валу турбіни та фланця робочого колеса. Отвори під радіальні шпонки виконувати технологічно простіше, ніж під осьові шпонки. Отвори фланцевого з'єднання повинні збігатися з високою точністю під установку кріплення для зборки лінії валу агрегату (рис.6).

Розточування отворів під шпонки в обох деталях необхідно здійснювати за місцем через габарити деталей і складності монтажу / демонтажу. Для виконання технологічних операцій розточування доцільно використовувати спеціальне обладнання у вигляді портативного верстата, спроектованого за агрегатно модульним принципом.

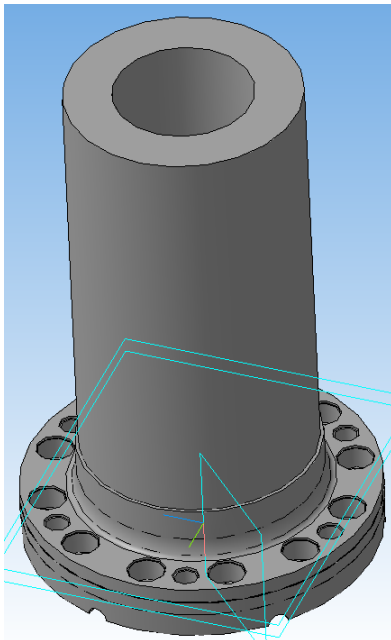


Рисунок 3 – 3D модель валу гідротурбіни

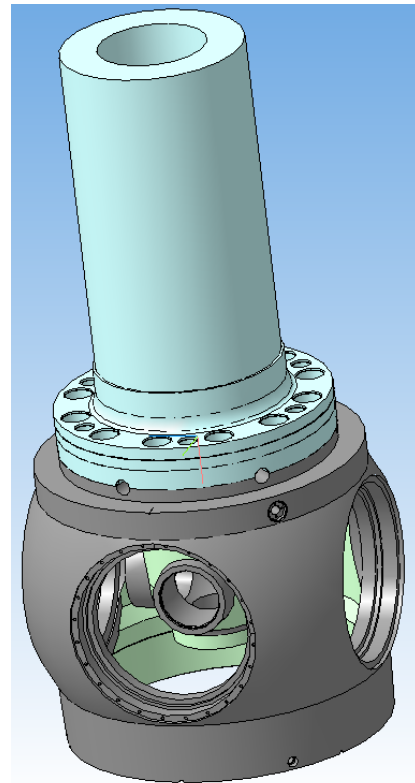


Рисунок 5 – 3D модель фланцевого з'єднання валу турбіни і корпусу робочого колеса

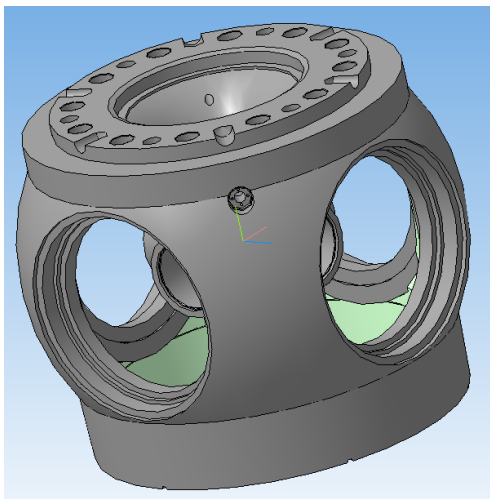


Рисунок 4 – 3D модель корпусу робочого колеса гідротурбіни

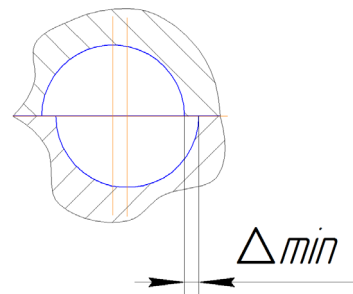


Рисунок 6 – Умови кріплення валу турбіни і робочого колеса

Опис загальної компоновки верстата

Для обробки отвору під циліндричну торцеву шпонку необхідно виконати попереднє розточування поверхні з подальшим зенкуванням і розгортанням в розмір. В якості з'єднання використовуються кілька типорозмірів шпонкового з'єднання: Ø168H7; Ø169H7; Ø173H7.

Для забезпечення необхідної точності і шорсткості даних поверхонь доцільно виконати такі технологічні переходи (їх кількість визначається розміром отвору під шпонкові з'єднання):

1. Розточування до Ø166;
2. Зенкування до Ø167,5;
3. Зенкування до Ø 168,5;
4. Зенкування до Ø170,5;



5. Зенкування до Ø171,5;
6. Зенкування до Ø172,5;
7. Розгортання.

Загальна компоновка верстата, який призначений для спільної обробки 6 отворів $\varnothing 168H7mm \div \varnothing 173H7mm$ під радіальні шпонки у фланцевому з'єднанні валу турбіни і корпусу робочого колеса Середньодніпровської ГЕС приведена на рис.7.

Для забезпечення вимог до портативних верстатів викладених вище доцільно використовувати в якості силової установки, що поєднує необхідні рухи різання і забезпечує зниження маси верстата, пневмомашини.

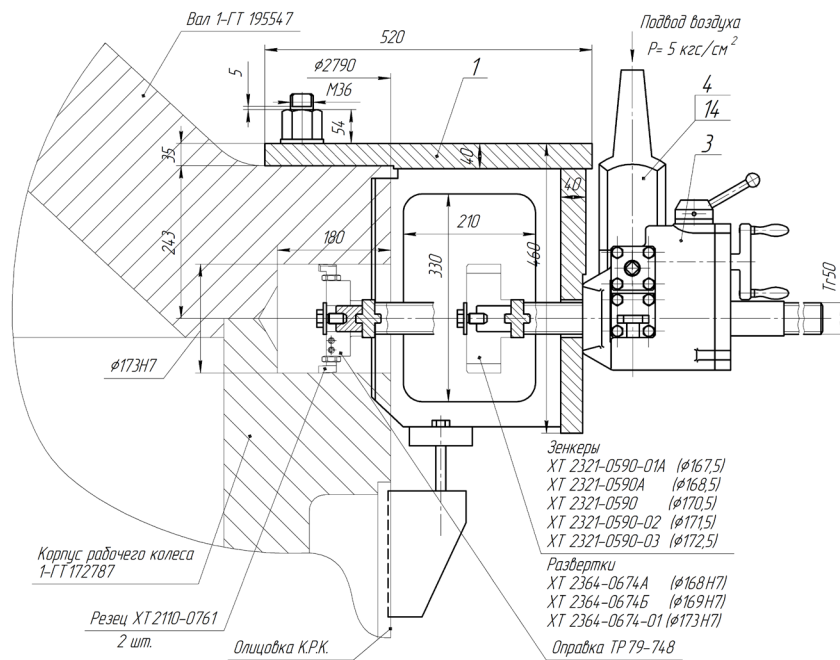


Рисунок 7 – Загальний вигляд верстата

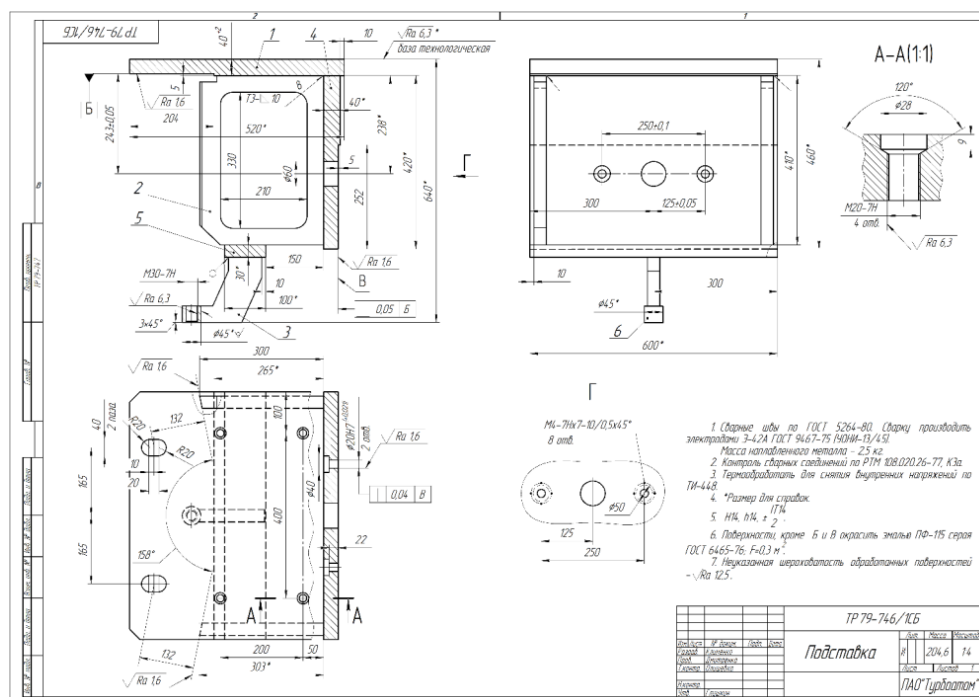
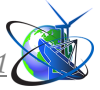


Рисунок 8 – Загальний вигляд підставки



До складу також входить корпус портативного верстата (підставка для установки машин) (рис.8);

Вибір основних агрегатних модулів

В якості силових і енергетичних агрегатів, які забезпечують основний і допоміжний рух різання, доцільно використовувати пневмомашини. Це дозволяє скоротити металоємність верстата, спрощує монтаж на оброблюваній деталі, а також є можливість використовувати ці агрегати на інших верстатах аналогічного призначення після закінчення виконання необхідних робіт з ремонту і модернізації об'єкта обробки.

До основних елементів портативного верстата відносяться корпус (підставка) і пневмоприводи, що забезпечують процес різання.

Машина ХТ 7809-0524 (рис.9). Технічна характеристика:

- Частота обертання шпинделя, об / хв:
макс. – 9,3;
ном – 6,3.
- Швидкість осьового переміщення шпинделя, мм / об:
робоча – 0,48;
прискорена – 8.
- Максимальний крутний момент на шпинделі, кгс • м – 210.
- Маса, кг – 43,4.

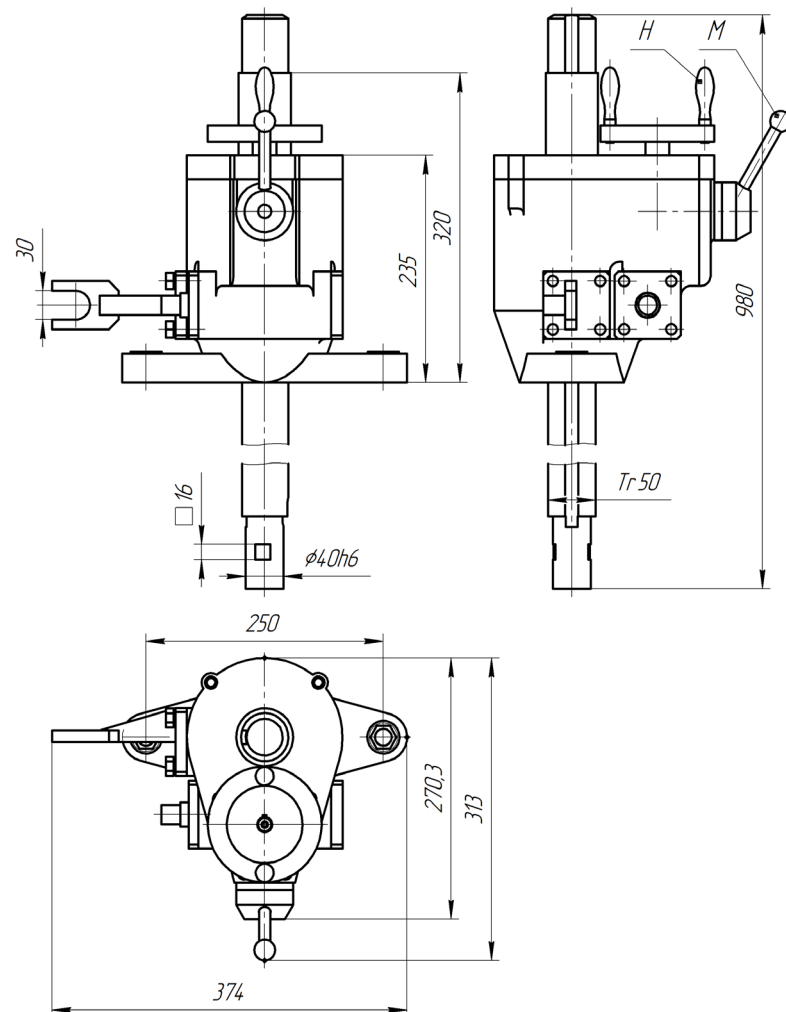
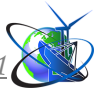


Рисунок 9 – Загальний вигляд машини ХТ 7809-0524



Машина пневматична ХТ 7809-0527 (рис.10).

Технічна характеристика:

- Номінальна потужність, кВт– 1,76.
- Частота обертання шпинделя, об / хв:
 - на холостому ході – 280;
 - при номінальній потужності – 160.
- Маса, кг – 13,38.

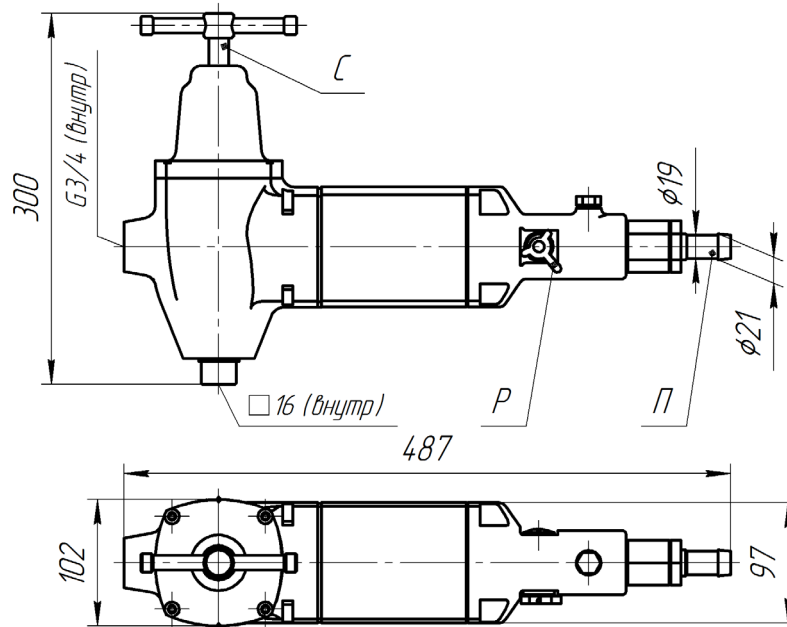


Рисунок 10 – Загальний вигляд пневматичної машини ХТ 7809-0527

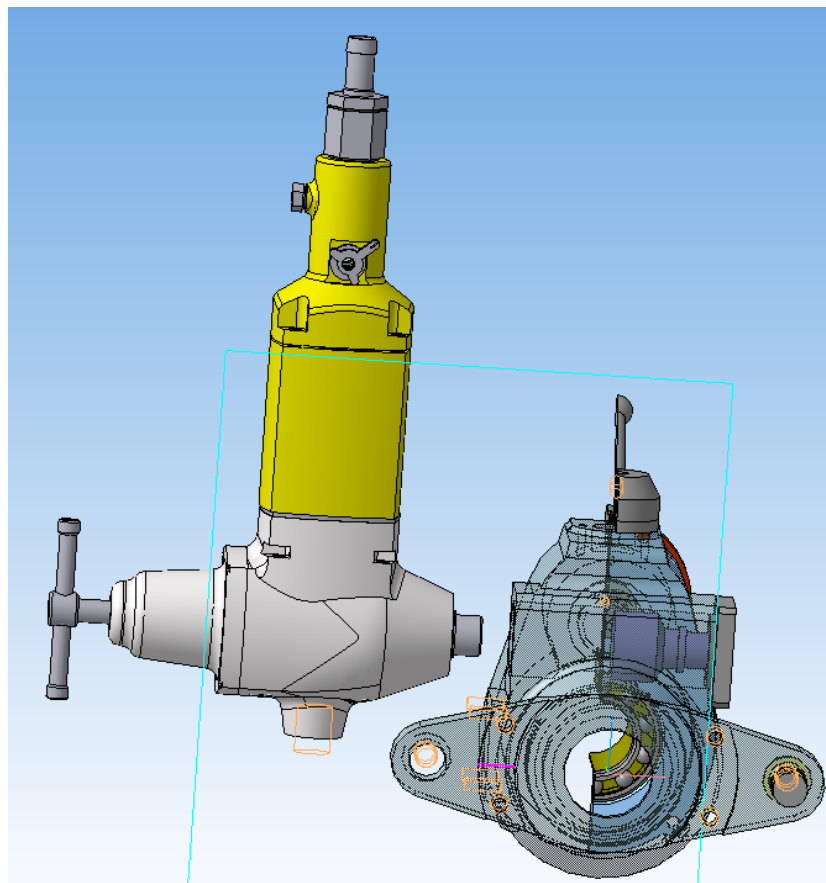
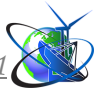


Рисунок 11 – 3D моделі машин ХТ 7809-0524 та ХТ 7809-0527



Машина пневматична реверсивна (рис.11) є приводом виконавчого механізму (машини ХТ 7809-0524).) Пневмомашина кріпиться до кронштейну машини болтом і підключається до магістралі мережі стисненого повітря з тиском $p = 5_{-0,3}^{+1}$ кгс / см².

Базування портативного верстата на деталі, що обробляється здійснюється з використанням вимірювальних пристосувань та інструментів за допомогою вивірки щодо оброблюваної поверхні з подальшим закріпленням плити (корпусу) верстата на деталі, що обробляється. Це дозволяє забезпечити необхідну точність обробки конкретної поверхні.

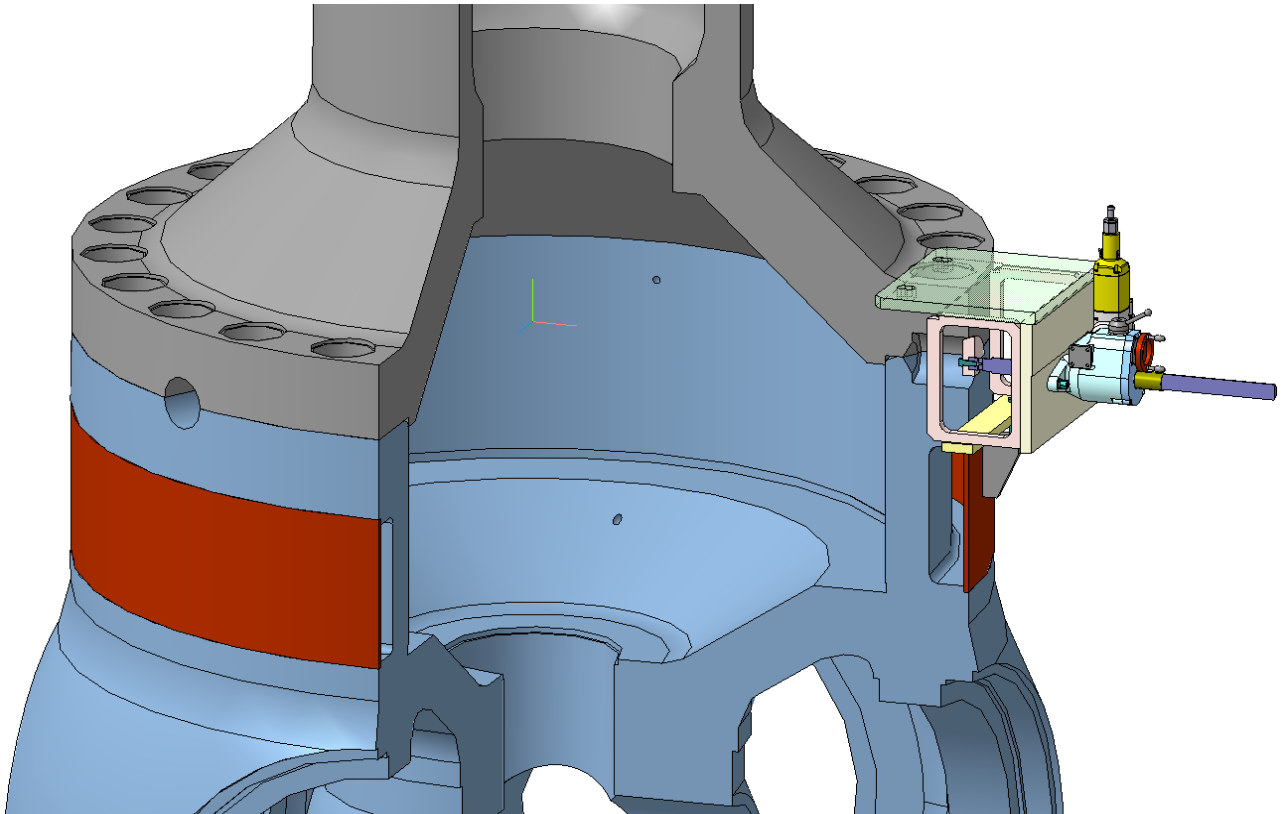
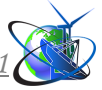


Рисунок 12 – Загальний вид закріплення верстата до гідротурбіни ПЛ20-В-930

Заклучення та висновки.

Необхідність підвищення надійності і ефективності роботи турбіни висуває вимогу її модернізації. Для цього вносяться корективи до валу турбіни і робочого колеса. Їх подальше з'єднання здійснюється радіальними шпонками. Розточування отворів під шпонки в обох деталях необхідно здійснювати за місцем через великі габарити деталей і складності монтажу/демонтажу. Найефективнішим рішенням для скорочення термінів і вартості ремонтів габаритного обладнання є застосування мобільних верстатів. Мобільні верстати дозволяють виконувати ті ж роботи, що й стаціонарні, з двома лише відмінностями: не виріб доставляється до верстата, а верстат доставляється до оброблюваного виробу. Мобільність створює унікальні можливості економії часу і коштів при ремонті важкого обладнання та габаритних виробів.



Проведено аналіз компоновок портативних верстатів та конструкції і технічні характеристики гідротурбіни ПЛ20–В–930. Проведено аналіз та моделювання компоновок мобільного портативного верстату для обробки отворів в циліндрі і корпусі робочого колеса турбіни.

Литература:

1. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения. - М.: Инфра-М, 2019. - 492 с.
2. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонетики) – М.:Машиностроение, 1978. – 208 с.

Abstract. The paper considers a method for processing large-sized parts with portable machines of modular design. The inexpediency, and sometimes the technical impossibility of dismantling large-sized parts, makes it impossible to repair them in the factory. In this case, the effective and only possible is the use of mobile portable technological equipment for machining the restored and connecting surfaces of non-dismountable large-sized parts and assemblies of turbine units in the station conditions. An example is given of the layout of a mobile portable boring machine implemented at the Turboatom plant for joint processing of 6 holes $\varnothing 168H7mm \div \varnothing 173H7mm$ for radial keys in the flange connection of the turbine shaft and the impeller housing of the Sredneprovskaya HPP. The product includes: boring machine; pneumatic machine (drive); stand for machine installation; fastening parts of the stand, machines and machine adjustments.

Key words: large-sized part, portable machine, unification, modular construction.

Статья отправлена: 06.02.2021 г.

© Пермяков О.А.



УДК 631.381.2

**ENERGY SAVING ULTRAVIOLET INSTALLATION
FOR IRRADIATION OF YOUNG ANIMALS
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА УЛЬТРАФІОЛЕТОВА УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ
МОЛОДНЯКА ТВАРИН**

Semenov O. / Семенов О.*Engineer / інженер*<https://orcid.org/0000-0003-4713-3401>*Separated Subdivision of**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine**Berezhany Agrotechnical Institute**20 Academichna st., Berezhany, Ternopil region, Ukraine, 47501**Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування «Бережанський агротехнічний інститут»**вул. Академічна, 20, м. Бережани, Тернопільська обл., 47501***Lysychenko M. / Лисиченко М.***d.t.s., profecor / д.т.н., професор*<https://orcid.org/0000-0003-1611-6705>*Kharkov Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture,**Alchevskih st., 44, Kharkov, 61002**Харківський національний технічний університет**сільського господарства імені Петра Василенка,**вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002*

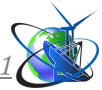
Анотація. Сучасні технології виробництва продукції тваринництва передбачають тривале утримання молодняка тварин в закритих приміщеннях із штучним мікрокліматом. Тобто, передбачається підтримання в необхідних межах температури, вологості, загазованості, рівня освітлення, ін. Зокрема, для компенсації сонячного випромінювання застосовують ультрафіолетові опромінювальні установки, які мають суттєві недоліки: високу встановлену потужність (при застосуванні розрядних ламп високого тиску) або значну кількість світлового потоку у видимому діапазоні спектру випромінювання (при застосуванні розрядних ламп низького тиску). Встановлено, що для забезпечення ультрафіолетового випромінювання ерітемного діапазону випромінювання (280-315 нм) доцільно використовувати напівпровідникові джерела оптичного випромінювання (лазерні світлодіоди). Розроблено конструкцію опромінювача, який має широкую криву сили світла для забезпечення рівномірного опромінення молодняка тварин та графік режиму роботи.

Ключові слова: Ультрафіолетове випромінювання, опромінювальні установки, ерітемне випромінювання, світловий мікроклімат, молодняк тварин.

Актуальність.

Сучасне сільське господарство України досягло стабільної позитивної динаміки і все більше нарощує виробництво сільськогосподарської продукції. Галузь у 2019 р. забезпечила 42 % валютних надходжень в Україну, подальший розвиток потребує якісних перетворень, які можуть підвищити конкурентоспроможність виробництва та забезпечити продовольчу безпеку [1].

Галузь тваринництва, в якій формується 30 % валового сільськогосподарського виробництва, займає важливе місце в агропромисловому комплексі економіки України. Її розвиток залишається важливою умовою безпеки, сталого соціально-економічного стану держави та істотним резервом експорту



сільськогосподарської продукції. Основною проблемою впродовж останніх двох десятиріч зменшення поголів'я свиней та виробництва продукції свинарства. Найбільших втрат зазнало промислове свинарство – у цьому сегменті кількість поголів'я зменшилась у 3,5 рази.

Частка особистих господарств населення становить 49 % поголів'я свиней але через нетехнологічні способи вирощування тварин показники середньодобових приростів і виходу життєздатного потомства значно нижче світових, а втрати тварин (падіж) – у кілька разів вище. Тому, подальший розвиток свинарства повинен бути спрямований на підвищення конкурентоздатності галузі за рахунок переходу на сучасні технології, реконструкцію виробництва на основі інноваційних технологій, спрямованих на прибуткове ведення галузі та отримання продукції високої якості [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Одним із напрямків інтенсифікації виробництва продукції свинарства є впровадження енергозберігаючих технологій спрямованих на створення сприятливих умов для життєдіяльності тварин. Утримання тварин в закритих приміщеннях протягом року вимагає ретельного підходу до утворення штучного мікроклімату, особливо, що стосується режиму роботи світлотехнічних установок. Важливою складовою застосування оптичного випромінювання в приміщенні для утримання молодняку є компенсація сонячної радіації, завдяки застосуванню ультрафіолетових (УФ) опромінювальних установок [3].

Дія УФ випромінювання на біологічні об'єкти багатогранне, так, воно впливає на вітамінний, білковий, вуглеводний, газоенергетичний обмін, тобто, не тільки для стимулювання процесу утворення вітаміну *D*. Так, наприклад, завдяки УФ опроміненню молодняка тварин активізується кровотворні органи, що приводить до збільшення швидкості обміну речовин, і як результат підвищуються на 20,1 % набір живої ваги, зменшується рівень захворювання на рахіт, ін. Особливо ультрафіолетове опромінення стає доцільним з переведенням тваринництва на промислову основу, коли тварин утримують постійно протягом року в закритих приміщеннях [3]. Для цього існують рекомендовані дози УФ опромінювання для тварин (табл.1) [4].

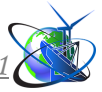
Таблиця 1

Рекомендовані дози УФ опромінювання для тварин

Найменування тварин	Значення дози, мер/год/м^2
1. Корови, бики	250-270
2. Телята віком до 6 місяців	140-160
3. Ягнята	120-140
4. Поросята новонароджені	20-25
5. Поросята після від'єму	60-80
6. Свиноматки супоросні	70-90

Мета.

Розробити енергозберігаючу УФ опромінювальну установку для приміщення з утриманням молодняка свиней та усунення подразнення органів зору тварин.



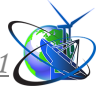
Матеріали і методи дослідження.

Відома установка для підвищення продуктивності, життєдіяльності та загальної резистентності молодняка тварин, в якій використовуються опромінювані для одночасної обробки інфрачервоним та УФ випромінюванням [5]. Недоліком вказаної установки є застосування в якості джерела УФ випромінювання люменісцентної еритемної лампи типу ЛЭ-30, яка працює одночасно з інфрачервоною лампою типу ИКЗК-250 протягом доби в осінне-зимовий період, що призводять до значних енерговитрат. При розрахунку енерговитрат установки враховуємо, що лампа ЛЭ-30 разом із пускорегулюючим апаратом складає 35 Вт, лампи ИКЗК-250 відповідно 250 Вт, час роботи установки – 24 год/доб, тоді загальне споживання одного опромінювача складає 6,84 кВт*год/доб.

Відома комбінована установка для одночасного інфрачервоного і УФ опромінювання молодняка тварин, зокрема свиней, яка складається з УФ лампи типу ЛЭ-30 з максимальним спектром випромінювання в еритемній області ($\lambda_{\max} = 280-315 \text{ нм}$) і інфрачервоної лампи типу ИКЗК-250 з максимальним спектром випромінювання в ближньому інфрачервоному діапазоні ($\lambda_{\max} = 780-3000 \text{ нм}$), які працюють по графіку протягом доби – 6:00, 13:00, 18:00, 20:00 год, тривалість опромінювання 30 хв. В якій додатково застосовується УФ лампа типу ДРТ-400 з наявністю УФ випромінювання ($\lambda_{\max} = 220-560 \text{ нм}$), яка працює протягом 30 хв по графіку 1:00, 4:00, 7:00, 14:00, 19:00, 21:00 [6]. Недоліком вказаної установки є значне підвищення енергоспоживання за рахунок наявності опромінювачів з лампи типу ДРТ-400 потужністю 400 Вт, та наявності в її спектрі, окрім еритемного випромінювання ($\lambda_{\max} = 280-315 \text{ нм}$) – 19,13 %, бактерицидного випромінювання ($\lambda_{\max} = 220-280 \text{ нм}$) – 13,44 % ближнього УФ випромінювання ($\lambda_{\max} = 350-380 \text{ нм}$) – 19,2 % та значної долі видимого випромінювання ($\lambda_{\max} = 380-560 \text{ нм}$) – 48,1 %, яке подразнює очі тварин, особливо в нічні години та призводить до нервового розладу в організмі тварин (рис. 1) [7].

Загальне енергоспоживання опромінювача складає: потужність лампи ЛЭ-30 – 35 Вт, лампи ИКЗК-250 – 250 Вт, установка працює відповідно вказаного графіка і загальне споживання електроенергії опромінювачем складає 0,57 кВт*год/доб. Додатково встановлена лампа типу ДРТ-400, яка працює по вказаному графіку, забезпечує додаткове споживання електроенергії 1,38 кВт*год/доб, тоді загальне споживання електроенергії опромінювачами складе 1,95 кВт*год/доб.

Найбільш близьким до запропонованої УФ установки є сукупність ознак рухомої установки типу УО-4, в якій встановлено опромінювач з лампою ДРТ-400 [8]. Відповідно графіку (табл.2) установка працює протягом доби в тваринницькому приміщенні 30 хв в період відпочинку тварин з 12:00 до 14:00 год, тоді споживання електроенергії одним опромінювачем складає – 0,23 кВт*год/доб. Однак, суттєвим недоліком вказаної установки є значні витрати електроенергії, як було вказано вище, на генерацію випромінювання в



широкому спектрі (рис. 1) [9].

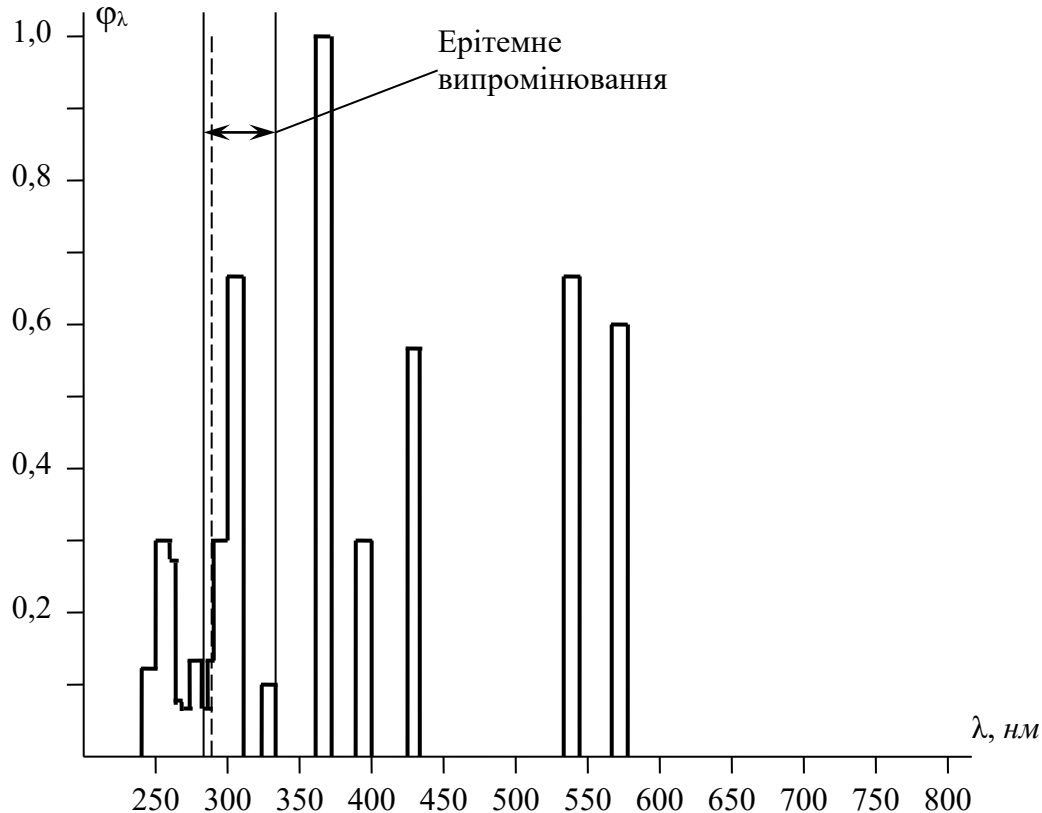


Рис.1 – Спектр випромінювання лампи типу ДРТ-400

Таким чином, сформульована мета може бути досягнута за рахунок того, що в установці для УФ опромінювання молодняка тварин необхідно використати джерело випромінювання, наприклад, напівпровідникові надяскраві світлодіоди з максимумом випромінювання в еритемній області спектру ($\lambda_{\max} = 280\text{-}315 \text{ нм}$) оптичного випромінювання. З аналізу спектру випромінювання лампи ДРТ-400 (рис. 1) отримуємо, що у вказаному діапазоні випромінювання лежить 19,13 % загального випромінювання лампи що складає 4,78 Вт її загальної потужності [7].

Аналіз сучасних напівпровідникових джерел випромінювання показав, що розробка УФ світлодіодів можлива на основі гетеро структур типу InGaN/AlGaIn/GaN для діапазону генерації випромінювання в межах 210-360 нм [10-12]. При цьому, ККД і внутрішній квантовий вихід випромінювання світлодіода досягає максимуму на межі видимої і УФ області (380-400 нм) – 60 %, а при зменшенні довжини хвилі досягає – 24 % [13]. Тому, застосування УФ світлодіодів у відповідних опромінювальних установках при вирощуванні молодняка тварин є перспективним [14].

Технічна реалізація досягається завдяки використанню матриці лазерних напівпровідникових світлодіодів типу GUVB-T21GH з максимумом випромінювання в діапазоні ($\lambda_{\max} = 220\text{-}320 \text{ нм}$) потужністю 5 Вт (рис. 2). З вказаного типу світлодіодів набирається матриця [15,16].

Споживання електроенергії однією матрицею ультрафіолетових напівпровідникових світлодіодів LED складає 0,0025 кВт*год/доб. Тобто,



очікується значне скорочення споживання електроенергії на процес ультрафіолетового опромінювання (табл.2) [17].

Таблиця 2

Споживання електроенергії опромінювальними установками

Тип установки і джерела випромінювання	Встановлена потужність опромінювача, κBm	Режим роботи установки, год/доб	Споживання електроенергії, $\kappa Bm * год/добу$
1. «ИКУФ» (ЛЭ-30, ИКЗК-250)	0,285	24	6,84
2. «ИКУФ + УО-4» (ЛЭ-30, ИКЗК-250, ДРТ-400)	0,285	2	0,57
	0,46	1	0,46
Всього по установці			1,03
3. «УО-4» (ДРТ-400)	0,4	0,5	0,23
4. «Запропонована установка» (LED GUVB-T21GH)	0,005	0,5	0,0025

На рис. 3 наведено загальний вигляд опромінювача для ультрафіолетового опромінювання молодняку тварин на основі *LED* [14]. Опромінювач складається із корпусу 1 з пускорегулюючим апаратом, в який вбудовані напівпровідникові лазерні світлодіоди 2, при цьому, встановлена потужність не перевищує 5 *Bm* (рис.3).

$E_{уф}$, в.о.

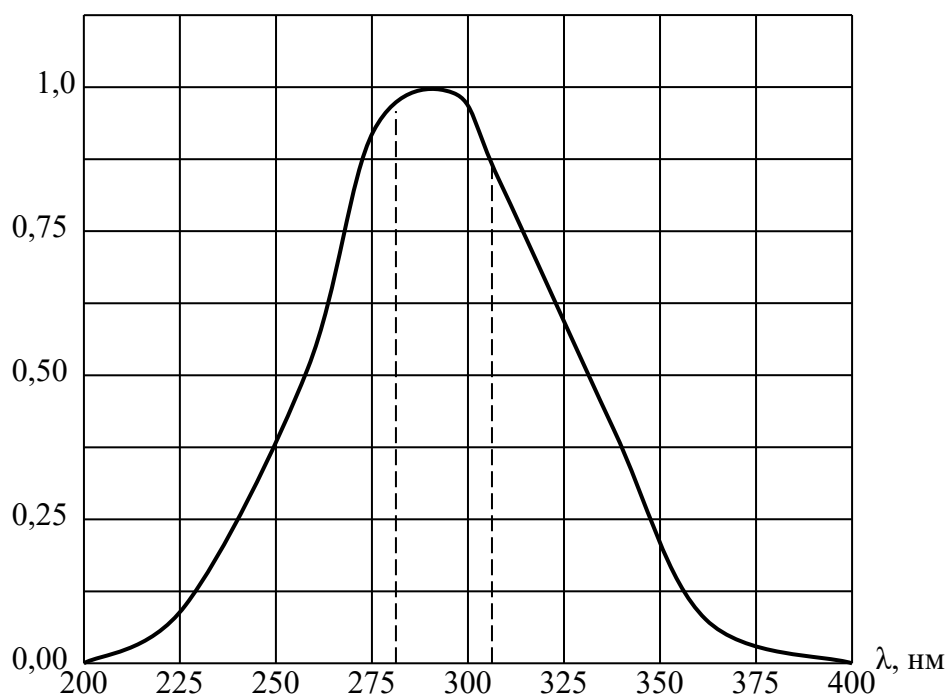


Рис. 2 – Спектр випромінювання лазерних напівпровідникових світлодіодів типу GUVB-T21GH

Відповідно світлотехнічних характеристик світлодіодів випромінювання розповсюджується в межах 3 (10-22°), що забезпечує рівномірне опромінювання тварин [16].

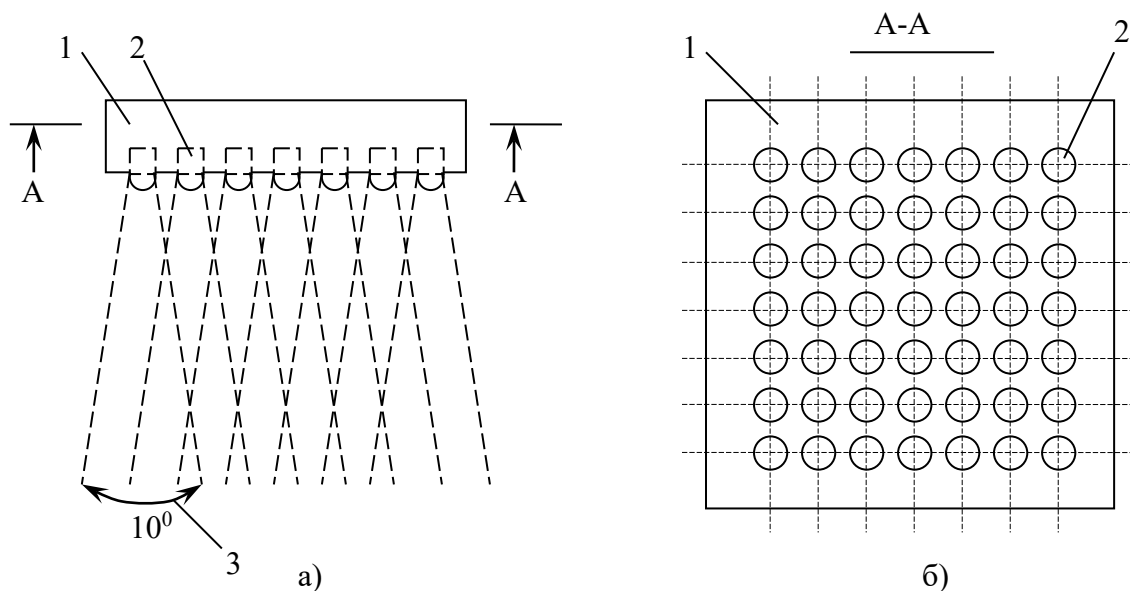
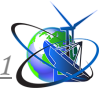


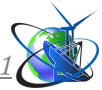
Рис. 3 – Розміщення світлодіодів в опромінювачі

Висновок.

Таким чином, у випадку використання запропонованого приладу для ультрафіолетового опромінювання молодняка тварин досягається рівномірна структура поля опромінювання і при цьому значно знижується споживання електричної енергії (з 0,23 до 0,0025 $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{доб}$) та усувається імовірність подразнення зорових органів тварин, особливо у темний період доби.

Список використання джерел

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / За ред. акад. НААН України Я.М. Гадзала, М.І. Бащенко, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка – К.: Аграр. наука, 2016. – 216 с.
2. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 рр.) / за ред. акад. НААН М.І. Бащенко – К.: Аграр. наука, 2017. – 160 с.
3. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.
4. Лямцов А.К. Электроосветительные и облучательные установки / А.К. Лямцов, Г.А. Тищенко – М.: Колос, 1983. – 224 с.
5. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение – М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.
6. Живописцев Е.Н. и др. Электротехнологии и электрическое освещение / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
7. Жилинский Ю.М. Электрическое освещение и облучение – М.: Россельхозиздат, 1982. – 458 с.
8. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінювання: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р.В. Кушлик, В.Ф. Яковлев, Ю.М. Куценко, М.Л. Лисиченко, ін. – Х.: ТОВ «Планета-принт», 2016. – 332 с.
9. Патент Российской Федерации №2261593, Россия, МПК⁵ 01 К 29/00. Облучатель для животноводства / П.П. Долгих, Н.В. Кулаков, Н.В. Цугленок, И.М. Алтынова, С.А. Мисорина, А.В. Голобева – Заявл. 05.12.2004; Оpubл.



10.10.2005; – 4 с.

10. Adivarahan V. Appl. Phys. Lett / V. Adivarahan, A. Chitris, R. Pachipulusu, V. Mandavilli, an. – 81 (19), 3666 (2002).

11. Taniyasu Y. Nature / Y. Taniyasu, M. Kasu, T. Makimoto – 441 (325), 18 May (2006).

12. Гальчина Н.А. Спектры электролюминесценции ультрафиолетовых светодиодов на основе р-п гетероструктур InGaN/AlGaIn/GaN, покрытых люминофорами / Н.А. Гальчина, Л.М. Калган, Н.П. Социн, С.С. Широков, А.Э. Юнович // Физика и техника полупроводников – 2007. – Т.41. – Вып.9. – С. 1143-1147.

13. Tadatomo K. Appl. Phys / K. Tadatomo, H. Okagawa, Y. Ohuchi, T. Tsunekawa, Y. Imada, M. Kato, T. Taguchi – 40, 583, (2001).

14. Семенов А.А. Перспективы применения полупроводников источников излучения в установках для ультрафиолетового обучения животных / А.А. Семенов, Н.Л. Лисиченко // Матер. XLV Міжн. наук.-прак. конф. «Застосування лазерів у медицині та біології» (6-8 жовтня 2016 р., м. Харків) – Х.: ХНУ, 2016. С.109-110.

15. UV Photodiode-Roithner Lasertechnik – www.roithner-laser.com/pd_html.

16. Патент на корисну модель № 124249, Україна. МПК A01G 31/20, A 01K 29/00 (2006.01) Установка для ультрафиолетового опромінювання тварин / О.О. Семенов, М.Л. Лисиченко, Ю.Є. Мегель, Ю.М. Хандола (Україна) – № u 2017 11283; Заявл. 20.11.2017; Опубл. 2603.2018. Бюл. №6. – 3 с.

17. Семенов О.О. Енергозберігаюча ультрафіолетова установка для опромінення молодняка тварин / О.О. Семенов, М.Л. Лисиченко // Матер. IX Міжн. наук.-техн. конф. «Проблеми сучасної енергетики і автоматики (теорія, практика, історія, освіта)» (19-22 травня 2020 р., м. Київ) – К.: НУБіП, 2020. – С. 123-125.

Abstract. Modern technologies for the production of livestock products provide for long-term keeping of young animals indoors with an artificial microclimate. That is, it is expected to maintain within the required limits of temperature, humidity, gassiness, lighting level, etc. In particular, to compensate for solar radiation, ultraviolet irradiation units are used. They have significant disadvantages: high installed power (when using high-pressure discharge lamps) or a significant amount of light flux in the visible range of the radiation spectrum (when using low- pressure discharge lamps). It has been ascertained that semiconductor sources of optical radiation (laser LEDs) should be used to provide ultraviolet radiation of the erythematous radiation range (280-315 nm). It has been worked up the construction of the irradiator, which has a wide curve of light intensity to provide with uniform irradiation of young animals and the schedule of operation.

Key words: Ultraviolet radiation, irradiation installations, erythema radiation, light microclimate, young animals.



UDC 004.94

FEATURES OF SIMULATION MODELING OF DISTRIBUTED RANDOM PROCESSES USING THE MULTIAGENT APPROACH
ОСОБЛИВОСТІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТІАГЕНТНОГО ПІДХОДУ

Barabash O.V. / Барабаш О.В.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-1715-0761

Svynchuk O.V. / Свинчук О.В.*s.p.-m.s., / к.ф.-м.н.*

ORCID: 0000-0001-9032-6335

Kolumbet V.P. / Колумбет В.П.*senior lecturer / старший викладач**National Technical University of Ukraine**“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Politechnichna, 6, 03056**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,**Київ, Політехнічна, 6, 03056*

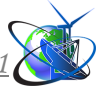
Abstract. The article proposes an approach to building a simulation model of distributed random processes using a multiagent approach. It is revealed that in the researched works of different authors the use of a certain type of simulation model for a specific case is proposed. It is shown that the basis of the simulation model is the corresponding logical-analytical model. It was found that the most convenient and easy to implement for the development of a distributed control system is the modeling of random processes based on a multi-agent approach. The use of graph theory is proposed, which provides a visual graphical representation of the control system. The multi-agent approach allows you to determine the main qualitative characteristics of the object in the dynamics.

Key words: mathematical modeling, multiagent simulation, simulation model, intellectual agent, multi-agent system, random process.

Introduction.

In the modern conditions of the information society the tasks of increase of efficiency of technologies of reception, processing, distribution and use of the information in various spheres of life become more and more important. New modeling and research technologies help to solve these problems. One of such research methods is simulation modeling [1-4]. This technology replaces the studied system with a model that describes the real system with sufficient accuracy. Then it is used to experiment to obtain information about this system. Experimentation with a model is called *imitation* – it is a process of reflecting the phenomenon without resorting to experiments on a real object. Simulation can be considered as a special case of mathematical modeling. There is a class of objects for which for various reasons analytical models are not developed, or methods of calculation of the received model are not developed. In this case, the mathematical model is replaced by a simulator or simulation model.

Creating such a model requires taking into account a large number of factors that are specific to a particular subject area. Therefore, this task cannot be trivial. In general, the problem is to develop a methodology for creating a simulation model of



distributed random processes using a multi-agent approach. This will allow us to investigate the behavior of individual elements of the studied system and a more thorough approach to solving the tasks.

Analysis of recent research and publication.

Today, simulation is a large area of modeling [5-9]. The works of many domestic and foreign authors are devoted to the study of this issue. Analysis of the literature [10-16] indicates the existence of different models for studying the processes of information dissemination. In particular, the methodological basis for the development of simulation was the work of Buslenko N.P, Glushkov V.M, Sokolova N.A, Khodakov V.E, Sergeeva V.V, Rud V.D, Panasyuk S.S and other.

Simulation modeling consists of four basic modern approaches (paradigms): modeling of dynamic systems, system dynamics, agent modeling and discrete-event modeling. System dynamics and modeling of dynamic systems operate in continuous processes over time. Discrete-event modeling and agent modeling operate on discrete processes in time.

Modeling of dynamic systems [17-18] describes the continuous-discrete behavior of systems, studies the interaction of continuous and discrete elements of the system as a whole. Dynamic models belong to the concept of qualitative modeling.

System dynamics [19-20] is focused on general quantitative estimates of the system. Used at the highest level of abstraction. Graphic diagrams of causal relations and global influences of some parameters on others in time are constructed for the studied system. The model created on the basis of these diagrams is simulated on the computer.

Discrete Event Modeling [2,21] is designed to describe and study the processes in which the dynamics of the system is represented by a sequence of operations. This paradigm considers only the basic states of the system and the moments of time that the system passes from one state to another, located sequentially, for example: "waiting", "order processing", "movement of goods", "unloading" and others [2]. This paradigm is also called "process" modeling. Used at the tactical and operational levels of abstraction.

Agent modeling [17,22,23] is a modern modeling paradigm. This paradigm describes each object in the system as a separate entity. Used to study decentralized systems, the dynamics of which are determined by global rules and laws, which are the result of the interaction of agents. Used at the operational level of abstraction. The advantage of this modeling is the ability to adapt to changes in environmental conditions.

Unlike other paradigms, agent models are decentralized. The behavior of agents is determined at the individual level. The dynamics of the system arises as a result of the activities of many agents. Multiagent modeling is a more universal approach. It allows you to take into account any complex structures and behaviors. Another important advantage of multi-agent modeling is that model development is possible in the absence of knowledge about global dependencies: it is necessary to determine the individual logic of behavior of process participants in order to build a multi-agent model and derive global behaviors. The multi-agent model is easier to maintain, refinements are usually done locally and do not require global changes.



In the paper [4] the analysis of the notion of "agent" in different multi-agent systems development methodologies has been made. The common for different methods principles of development of multi-agent systems based at existing developed methods of projecting of software support have been overviewed. The way of introducing the agent not only as an indivisible entity, but also as a system that could be multi-agent, have been offered. It's also offered to overview as an external environment of the agent all entities that are directly included into the agent. The method of unification of development of multi-agent systems for different levels of detailing of target system due to unification of the notion "agent" with using of recursive detailing of system projecting has been offered with using of this view.

The paper [25] proposes mathematical model of multi-agent system for databases integration in the distributed heterogeneous environment. Proposed multi-agent system allows user to integrate a data stored in databases at access level. Process of construction and a prototype of multi-agent system are described.

The article [26] investigates intelligent manufacturing systems based on intelligent agents. The distinctive characteristics and advantages of the multi-agent manufacturing system from the classical to identify new opportunities for enterprises were determined. Artificial intelligence provides a number of advantages to increase productivity of complex automatic systems, and multiagent systems, as a paradigm based on artificial intelligence, are suitable for meeting current requirements for industrial enterprises. The classification of existing intelligent agents is given. The model of distributed network of intelligent manufacturing system used in leading world companies and in scientist's economic research analyzed, which based on an intelligent agent.

Today, the possibility of simulation of distributed random processes based on multiagent technologies remains unexplored to the end. The article is devoted to the solution of this problem.

The purpose and objectives of the study.

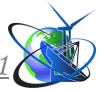
The purpose of the article is to develop a simulation model of a distributed control system based on a multi-agent approach.

The main part.

Possibilities of modeling of distributed random processes by means of multiagent systems

Multiagent systems consist of a large number of artificial agents that work together. There are many definitions of an agent. What they have in common is that an agent is an entity that has activity, autonomous behavior, can make decisions according to a set of rules, can interact with the environment and other agents, can change. An agent is an object endowed with certain properties:

- agents interact with each other through a certain language;
- agents function without direct interference in their actions, they independently control their condition and respond to changes (autonomy);
- agents are able to perceive the environment (reactivity);
- agents have purposeful behavior and are able to show initiative (activity)
- the agent is able to learn, able to find optimal behaviors (intellectual behavior);



- ability to transmit agent code (mobility);
- each agent perceives the environment in his own way.

For existence, the agent must have special devices: *receptors* are receiving information from the environment, *effectors* are organs that affect the environment and the *processor* are processes information.

Building agent models requires determining a large mass of agents and their behavior, choosing a platform for agent modeling, determining the relationship between agents and the theoretical foundations of this relationship [5]. Identifying agents with the exact task of their behavior and interaction with other agents is the basis for developing agent models.

Structural and logical model of a distributed control system based on a multiagent approach

The basis for the analysis and development of knowledge bases in distributed control systems based on a multi-agent approach is a logical structure. This is a hierarchical structure with a precise definition of the levels and subordination of the components of the system.

This provision is due to the fact that the structures of organizational management have a complex hierarchy (operator – department – management). It determines the administrative, production, technical and economic relations in the designed system. There is a strict subordination of administrative and structural units to higher levels of government.

The concept of a tree of intelligent components is used to describe a distributed control system. This is a connected undirected graph without loops. Its vertices are the *intelligent components of the system* ($IK_i, \dots, IK_j, \dots, IK_{ijk}, \dots$). The arcs of the graph connect the distributed component with other components of higher or lower levels. Therefore, the lower level component is structurally included in one of the higher level components (Figure. 1).

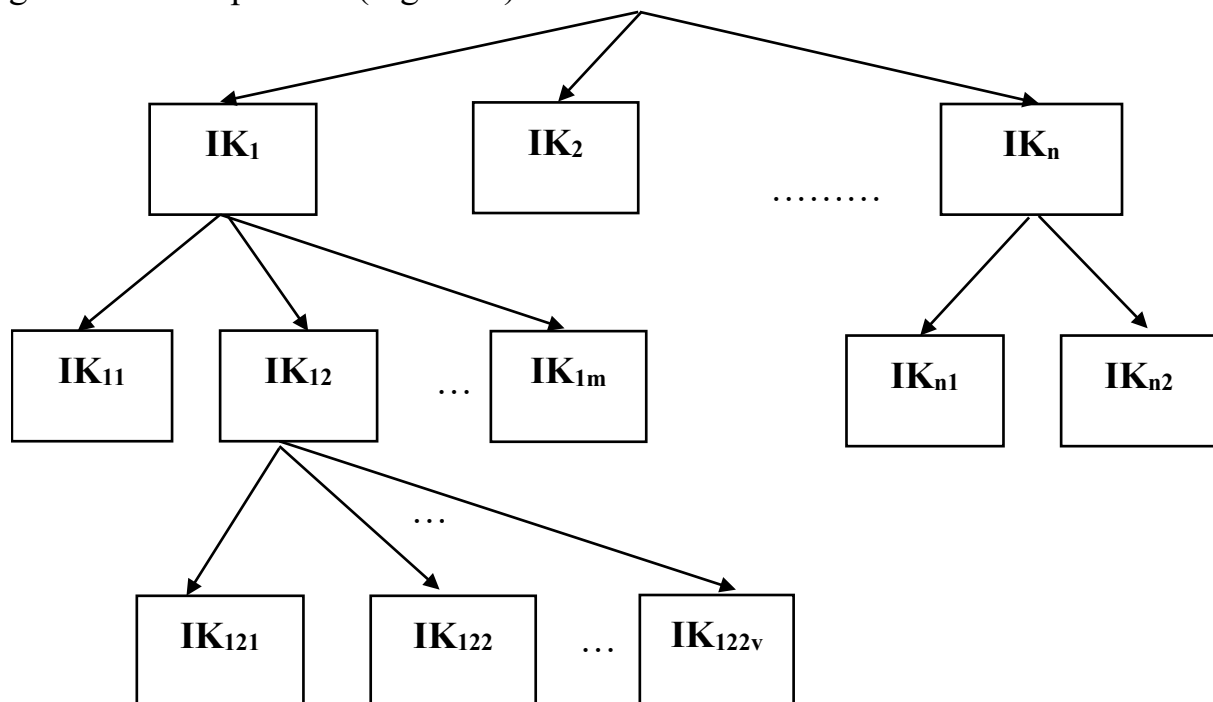


Figure1. Tree intelligent control system components.



Formally, the tree of intellectual components is determined by the structure of the species $T_{IK} = (I, \Omega)$, де $I = \{IK\}$ – plural IK , $\Omega = I : I \rightarrow P$, P – the set of edges corresponding to the incidence matrix.

Each IK intelligent component includes its subordinate $IKijk$ components, intelligent agents, and information objects with productive intelligence.

Model of intelligent agent IA distributed control system

Based on the analysis of the characteristics and shortcomings of the known models of intelligent agents of IA, it is proposed to define IA as a structure of the form:

$$IA = \langle NIA, SA, VIA, MVB, VO \rangle, \quad (1)$$

де NIA – the name of the intelligent agent, SA – attribute structure, which is defined similarly to the attribute structure for information objects (IO), $VIA = \{IA\}$ – set of nested IA , MVB – mechanism for choosing the behavior of the model, $VO = \{O\}$ – a set of information objects that implement scripts IA .

The intelligent agent, on the basis of the criteria for selecting the model of operation, laid down in MVB , decides on the implementation at this point in time of a scenario and initializes the corresponding IO.

The information space of an intellectual agent is a set of intellectual agents that surround and "interest" him; it is a set of information objects that surround and "interest" it, and a set of attributes that are necessary to assess the state of the environment:

$$\begin{aligned} V_{IA_i} &= (AR_{IA}^i, AR_{IO}^i), \\ AR_{IA}^i &= (N_{IA_j}, A_{IA_j}^\xi, \dots, A_{IA_j}^\psi, N_{IA_i}, A_{IA_i}^\xi, \dots, A_{IA_i}^\psi), \\ AR_{IO}^i &= (N_{IO_j}, A_{IO_j}^\xi, \dots, A_{IO_j}^\psi, N_{IO_i}, A_{IO_i}^\xi, \dots, A_{IO_i}^\psi). \end{aligned} \quad (2)$$

The state of the information space IA_i is a set of values AR_{IA}^i and AR_{IO}^i at the moment of time t :

$$\begin{aligned} SV_{IA_i} &= (\langle A_{IA_j}^\xi \rangle, \dots, \langle A_{IA_j}^\psi \rangle, \dots, \langle A_{IA_i}^\xi \rangle, \dots, \langle A_{IA_i}^\psi \rangle, \\ &\langle A_{IO_j}^\xi \rangle, \dots, \langle A_{IO_j}^\psi \rangle, \dots, \langle A_{IO_i}^\xi \rangle, \dots, \langle A_{IO_i}^\psi \rangle), \end{aligned} \quad (3)$$

where $\langle A \dots \rangle$ is the value of the attribute at the time t in terms of this IA. Information about the state of the information space IA_i will not receive at once and not unambiguously from all points of space, because there will be a delay in the exchange of information between agents.

The information space of the agent can be formed in two ways:

- statistically – AR_{IA}^i and AR_{IO}^i defined at the design stage of the IA and in the process of distributed control system do not change;
- dynamically – AR_{IA}^i and AR_{IO}^i may change during the operation of a distributed control system.

Thus the logical structure of the distributed control system in terms of intellectual components is formed, which allows to ask questions about the structure



and content of knowledge bases of intelligent components of the system.

Developed and substantiated models of intelligent agents and information objects, as well as a model of the process of interaction between the intelligent components of the control system.

Conclusion.

Traditional simulation approaches consider modeling objects as arithmetic mean, passive applications or as resources in the process. However, these methods do not take into account the individual characteristics of each of the objects of modeling. At the same time, it is because of these features that the dynamics of the system as a whole may change. Agent modeling is devoid of these shortcomings. It considers objects as active, interacting elements capable of revealing individual properties. For this reason, agent modeling can be considered the best approach. In multiagent modeling, it is possible to influence the objects of modeling, which makes it possible to find such control effects on agents that can lead to the desired dynamics of a complex system.

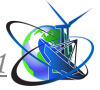
The direction of further research may be the filling of the components of the proposed model using modern means of logical and object-oriented programming, the development of specific models of intelligent agents of the operators of the distributed control system.

Reference:

1. Samarsky A.A., Mikhailov A.P. Mathematical modeling. Ideas. Methods. Examples. M: Fizmatlit, 2001. 320 p.
2. Kelton D.V., Lowe A.M. Simulation modeling. SPb.: Peter. 2004. 847 p.
3. Stetsenko I.V., Boyko O.V. System of simulation modeling by means of Petri nets. Mathematical Machines and Systems, 2009. Vol. 1. №. 1. P.117-124.
4. Ryzhikov Yu.I. Simulation: Theory and technology. M: Altex-A. 2004. 384 p.
5. Vlasyuk Yu.O. Features of simulation modeling of economic systems. Proceedings of the Tavriya State Agrotechnological University (Economics), 2013. № 4 (24). P. 33-35.
6. Matyushenko D.I., Leshchenko A.B. Construction of a multiagent system based on a distributed data access service for real-time systems. Radio electronic and computer systems, 2007. № 4. P. 61-65.
7. Kaliteevsky V.N. Method of communication in a decentralized network of an autonomous group of mobile robots. Stochastic optimization in computer science. SPb: Izdatelstvo S.-Peterburgskogo universiteta, 2014. 160 p.
8. Barabash O.V., Slyunyaev A.S., Savchenko V.A., Ploskonos I.M. Mathematical model of the information object for the intelligent information control system of the airport. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Military Special Sciences, 2010. № 24. P. 21-23.
9. Tkachenko O.M., Grinkevich G.O., Quail N.L. Simulation of control objects. Scientific journal "Telecommunication and information technologies". Kyiv, DUT, 2015. № 1 (11). P. 67-71.
10. Buslenko N.P. Automation of simulation modeling of complex systems. M: Nauka, 1977. 240 p.



11. Buslenko N.P. Modeling of complex systems. M: Nauka, 1978. 400 p.
12. Glushkov V.M. Fundamentals of paperless computer science. M: Nauka, 1982. 552 p.
13. Sokolova N.A., Boskin O.O. Simulation model of the distance learning process. *Automatics. Automation. Electrotechnical complexes and systems*, 2004. №1 (13). P. 13-21.
14. Khodakov VE Higher education: a side and inside view. Kherson. 2006. 338p.
15. Sergeev V.V., Rud V.D., Panasyuk S.S. Application of simulation methods to determine the structural parameters of carbido steels. *Interuniversity collection "Computer-integrated technologies: education, science, production"*, 2010. №2. P. 74-77.
16. Yakusevych Y.G. Analysis of problems of education reform and construction of formalized models of universities. *Problems of information technologies*, 2015. №17. P.100-109.
17. Karpov Yu.G. Simulation modeling of systems. Introduction to modeling with AnyLogic 5. SPb.: BHV Petersburg, 2005. 400 p.
18. Vasiliev V.V., Grezdov G.I., Simak L.A., Vasiliea A.V. Modeling of dynamic systems: Aspects of monitoring and signal processing. K: NAS of Ukraine, 2002. 344 p.
19. Boccara N. Modeling Complex Systems. Springer-Verlag New York, Inc., 2004. 397 p.
20. Lychkina N.N. Innovative paradigms of simulation modeling and their application in the field of management consulting, logistics and strategic management. *Modern technologies of logistics infrastructure management-III: Collection of scientific. articles*. M: SCM Consulting, 2012. P. 9-28.
21. Kochkarov A.A., Salpagarov M.B. Cognitive modeling of regional socio-economic systems. *Management of large systems. Collection of works. Issue 16*, 2007. M: IPU RAS. P. 137-145.
22. Stoyan V.A., Modeling and identification of dynamics of systems with distributed parameters. K: Kyiv University, 2008. 201 p.
23. Yereshko J.O., Tytarenko A. M., Olesiuk I.J. Multiagent Simulations for the Renewable Resource Management. *Economic Bulletin of NTUU "KPI: a collection of scientific papers*, 2018. № 15. P. 545-555.
24. Примостка А.О. Features of development and design of multiagent systems. *Scientific notes of the National University "Ostroh Academy". Series "Economics": a collection of scientific. Jail. Publishing House of the National University "Ostroh Academy"*, 2015. №28. P. 159-163.
25. Written V.Yu., Ternova M.Yu. Multiagent system of integration of distributed databases. *Bulletin of Kharkiv National University*, 2012. №1015. P. 255-267.
26. Samodurov D.A. Intelligent agents and multiagent systems in production. *Economic Bulletin of Donbass*, 2019. №2 (56). P.179-187.



Анотація. У статті запропоновано підхід побудови імітаційної моделі розподілених випадкових процесів з використанням мультиагентного підходу. Виявлено, що в досліджених роботах різних авторів запропоновано використання певного типу імітаційної моделі для конкретного випадку. Показано, що основою імітаційної моделі є відповідна логіко-аналітична модель. Виявлено, що найбільш зручним і простим у реалізації для розробки розподіленої системи управління є моделювання випадкових процесів на базі мультиагентного підходу. Запропоновано використання теорії графів, яка надає наочне графічне відображення системи управління. Мультиагентний підхід дозволяє визначити основні якісні характеристики об'єкта в динаміці.

Ключові слова: математична модель, мультиагентне моделювання, імітаційна модель, інтелектуальний агент, мультиагентна система, випадковий процес.

Article sent: 12.02.2020

©Barabash O.V., Svynchuk O.V., Kolumbet V.P.



UDC 339.93

UNRESOLVED PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF THE EUROPEAN SEGMENT OF THE WORLD NATURAL GAS MARKET: ARE THERE WAYS OF RESOLVING THEM?

Shakhovskaya Larisa Semenovna,*Dr. of Economic science, Prof. of the Department «Economy and enterprises»,**ORCID ID: 0000-0002-3700-2435**Volgograd State Technical University***Timonina Victoria Ivanovna,***Postgraduate student of the Department of economic theory,**ORCID ID: 0000-0003-2344-6497**Financial University under the Government of the Russian Federation*

Abstract. *Natural gas consumption continues to increase. The future of gas as a global energy resource depends on three important criteria - consistency, accessibility and ecology. By 2030, the pipes will be changed in terms of transport quantity. Taking into account the conditions in the world gas and energy markets, it is necessary that LNG, together with pipeline transport, take a special place in the countries' export strategy. Just recently, Europe's energy policy was a clear example of multifaceted action. To a large extent, it reflected the existing contradictions between the member countries of the EU in the need for an imperative definition of the role of individual States, policy coherence and interaction, mutually at the national level and in the framework of a single European space. The authors analyzed and concluded that modern Europe continues to integrate, the European domestic market becomes integrated, and this forms the basis for a future convergence of the economic and financial policies of the EU member states. The EU Member States are carrying out an increasing number of energy-related activities to understand the energy problems of individual countries and to find a reasonable solution that does not infringe on the interests of the EU and its members.*

Key words: *energy market, Europe, LNG, problems and solutions, energy balance, exports and imports.*

1. Introduction

Gas has many opportunities on the European energy market. First, the replacement of coal with coal in power generation immediately reduces CO² emissions at a reasonable cost, and this is crucial in a world of strong environmental obligations.

Total gas production in Europe is projected to remain at about 130 billion cubic metres by 2025. The European Union is expected to have a production capacity of about 130 billion cub. m. This represents less than half of the production in 2010. Historical trends in gas production over the past seven years have also been downward, with most European gas producers witnessing a decline during this period. Norway is an exception, noting a positive annual growth of more than 2.2% during this period.

At the same time, Europe's share of world natural gas production will decline to 2.5% from its current share of just under 7%. Almost all gas producers in the region are expected to see a decline in gas production during the projection period. Norway, which accounts for more than half of Europe's gas production, will experience the largest decline, with production falling by 50 billion cub. m. over the projected period, which is a significant change.



Nevertheless, Norway will remain the largest gas producer in Europe, accounting for a large share of Europe's total gas production. The Netherlands, where about 35 billion cub. m. will reduce production by 2025. However, the Netherlands is not yet a party to the Convention will also contribute to the overall negative trend in gas production in Europe [6].

It should also be taken into account that the first half of 2020 was marked by a record decline in natural gas prices in Europe across the whole spectrum of commercial site prices. These prices reached minimum values in the last decade of May. Thus, the price of the most popular contract «one month ahead» at the TTF hub in May dropped to \$ 68.1 / thous. cub. m. (- 63.2% by May 2019). For quotes «for a day ahead», the fall in the same period was an even more significant amount - 65.7%. At the same time, forward prices indicate a continued increase.

Taking into account the above, the purpose of the article is to answer the questions: How stable is the trend in the European energy market? Are energy market prices justified by the likely overflow of gas storage facilities in Europe?

The methodological basis of the work is a dialectical method aimed at studying phenomena and processes in the overall interrelationship and development.

2. European Gas Market: «thorny path»

Natural gas accounts for about 23% of the energy mix, and Europe is expected to see its total energy consumption decline gradually for many years to come as a result of energy conservation and energy efficiency measures.

Nevertheless, gas demand could show some growth. With an average growth rate of 0.3% per year, natural gas will be the only hydrocarbon resource to increase its share to 26%. This increase will be due to additional demands from electricity and transportation, while industrial and domestic gas consumption is likely to stagnate due to improved energy efficiency (see fig. 1).

In the transport sector, important progress can be made by shifting transport towards natural gas, in part through policy initiatives aimed at offsetting transport emissions.

Gas offers ready-to-use solutions for the transport of heavy goods, while electrical technologies cannot best accommodate this task.

It is predicted that the expected International Maritime Organization directives will also have an impact on gas demand in transport as the international maritime industry begins to shift to LNG.

Unlike the forecast of gas demand, natural gas production in the region is not promising. Europe is the only region with the prospect of declining natural gas production (see Fig. 2).

В результате падения внутреннего производства, а также стремления перейти от угля к более чистым решениям в области производства электроэнергии, среди которых газ, возможно, является самым дешевым и безопасным, общий объем импорта газа в Европу к 2025 году может составить более 430 млрд. куб. м. (потребность в дополнительном импорте газа в Европе может достичь 150 млрд. куб. м.) [8].

As a result of the fall in domestic production and the move from coal to cleaner electricity generation solutions, among which gas may be the cheapest and safest,



Total gas imports to Europe by 2025 could amount to more than 430 billion cub. m. (the need for additional gas imports in Europe may reach 150 billion cub. m.) [8].

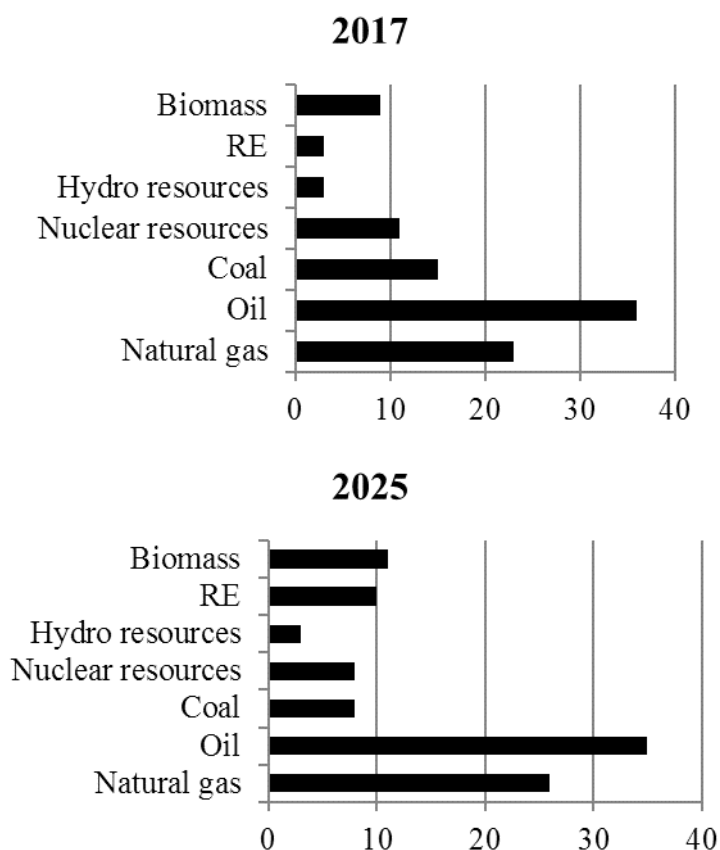


Figure 1 - LNG in Europe's energy balance, %

Source: [2,4]

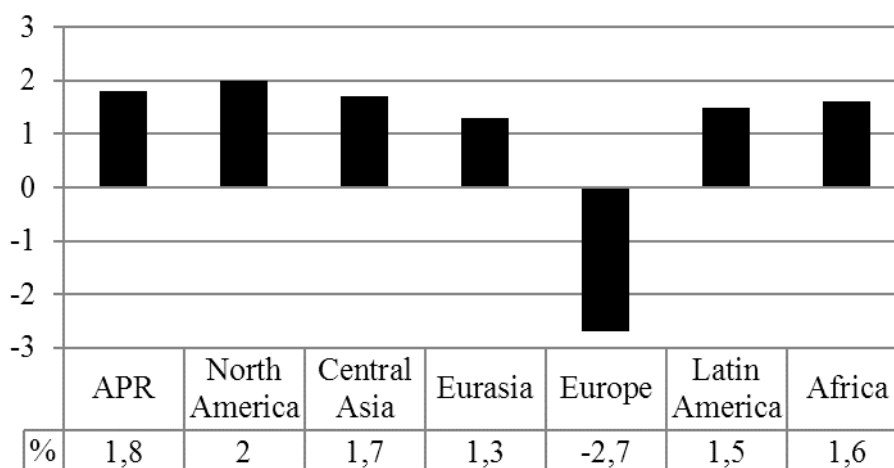


Figure 2 - Disappointing prospects for gas production for 2021, %

Source: [1,3]

However, with the emergence of a large number of new pipeline capacities and a large number of regasification capacities, market transformation continues in Europe, including the creation of new gas units and regulation of competition. The modernization of the European gas pipeline infrastructure, as many experts suggest, will allow markets to become more integrated.



3. Emerging problems in the European energy market

However, despite these positive measures, we see some important challenges that need to be overcome to allow natural gas to play its role in the European transition to less carbon-intensive energy systems, while achieving competitiveness and security of supply.

Among these are the process of gas reforms and the uncertainty that this process has brought about as a result of the final configuration of the EU gas market. Taking into account the specificity of the gas industry, which requires an appropriate and equitable approach to the allocation of risks to gas transactions, the fully liberalized market in Europe, which is accompanied by unclear market rules, increases volatility and affects supply stability. In particular, the application of EU regulations to third-country pipelines adds new complexity to the supply of natural gas and may prevent the construction of new pipelines. Since these rules apply only to pipeline deliveries and not to CNG, this may affect the competitiveness of pipelines, which is unfair to the competition principle supported by Europe.

Another challenge is the predominance of national choices and priorities, which affect the ability to read and visualize the implementation of EU energy policies in different member states. Indeed, there is a need to improve the transparency of policy decisions on a number of issues, including the role of coal and nuclear power in the future energy configurations of EU Member States, as well as the development of renewable energy support schemes [9].

In addition, there is a tendency in Europe to support costly decarbonization options, such as intermittent renewable energy sources and electric vehicles.

A reliable energy system cannot rely entirely on intermittent renewable energy, and electric vehicles have proven to have some economic and technical disadvantages, which do not allow them to be the only solution to the mobility problem in the future. In addition to these options, natural gas, as an affordable, clean and abundant fuel, can be a sustainable and less costly solution to support Europe's transition to low-carbon energy systems, particularly in the electricity, heating and transport sectors [5].

4. Possible solutions for the European energy market

There are areas where the LNG industry needs to be developed in order to achieve the best performance in this sector and by which certain problems will be resolved:

- «Reduction of LNG value through supply chain»

In order to compete at cost with coal, which is based on economic performance, gas imports need to be around \$4 to \$6 for millions of BTU, i.e. half the value for many LNG contracts at present. This means that lower supply costs will help to lower the final price, which in turn will compete with coal not only in terms of the environmental friendliness of the resource, but also in economic terms.

- «Flexible structure of LNG contracts»

A key issue in the energy sector is the rigidity of existing contracts. Since the development model of CNG as a «virtual pipeline», which applies long-term contracts and oil indexation, helped to create market stability and helped in risk management for sellers and many buyers, it does not have to contribute to a dynamic



or flexible market.

- «Investment in infrastructure»

The speed and nature of gas demand growth, particularly in Europe, depends on the rate at which auxiliary infrastructure is developed. This is a source of uncertainty about the prospects for natural gas. However, the struggle for the consumer leads to the fact that traders and producers of CNG start to invest in the infrastructure of importers of CNG in order to create additional demand for gas and to establish on new markets, building «special» relations with suppliers.

- «Export not only of products, but also of technologies»

Not only the use of the resources of the industrial base should be the goal of cooperation, but also the creation of technology (based on our scientific base). This may lead to the development of a whole industry in the future and possibly be exported as a commodity, taking into account the fact that the present range of companies with patents and licenses for LNG large-tonnage liquefaction equipment is narrow [7].

5. Conclusion

The development of the energy market in the EU depends on a number of factors, such as the rate of economic growth, the dynamics of its own gas production, the price situation of other energy carriers, the price of gas in other international markets, the developed infrastructure, Existing agreements with foreign companies. Recently, however, one of these factors has been unfavorable: the average monthly price of natural gas in Europe has shifted to gas quotes because of the low volatility in the world market. Thus, the energy mix became unsustainable, resulting in many unresolved problems. The solution of these problems must therefore be taken into account by many EU countries in order to avoid the results that have been given in this article.

References:

1. BP Energy Outlook 2019. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-ou...> (accessed: 15.11.2020).
2. EIA – International Energy Outlook 2018. URL: https://www.eia.gov/pressroom/presentations/capuano_07242018.pdf (accessed: 16.11.2020).
3. International Energy Agency – World Energy Outlook 2018. URL: <https://www.iea.org/weo2018/> (accessed: 16.11.2020).
4. International Gas Union – Global Gas Review 2018. URL: <https://www.igu.org/news/2018-global-gas-report> (accessed: 16.11.2020).
5. The role of the gas in Europe's energy supply. URL: <http://www.ngv.ru/magazines/article/o-roligaza-v-energoobespechenii-evropy/> (accessed: 17.11.2020).
6. Europe's gas market: a thorny path to price recovery. URL: http://www.ngv.ru/magazines/article/gazovyy-rynok-evropy-ternistyy-put-k-vosstanovleniyu-tsen/?sphrase_id=2797357 (accessed: 17.11.2020).
7. World Natural Gas Market: Nature, Structure, Dynamics and Opportunities for Cooperation among Countries in its National Segments: Monograph /



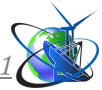
Shakhovskaya L.S., Timonina V.I. - Saarbrücken (Germany), 2017. - 91 p.

8. The place and role of the Russian segment in the world market of natural gas / Shakhovskaya L.S., Timonina V.I. // *Espacios*. - 2018. - Vol. 39, No. 12. - P. 18. – URL : <http://www.revistaespacios.com/a18v39n12/a18v39n12p18.pdf>.

9. Shakhovskaya L.S., Timonina V.I. (2020). Medium – and long – term prospects for the energy market. *Science and society : Collection of scientific articles of International Scientific Conference, Namur (Belgium)*. – P. 12-14

Article sent: 03.02.2021

© Timonina V.I.



УДК 514.12; 72.03

THE SOME GEOMETRIC ASPECTS IN ARCHITECTURE

ДЕЯКІ ГЕОМЕТРИЧНІ АСПЕКТИ В АРХІТЕКТУРІ

Arshava E.A. / Аршава О.О.

k.ph-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.

ORCID: 0000-0002-2455-6623

SPIN: 4291-8848

Pykhtin S.A. / Пихтін С.А.

assistant / асистент

ORCID: 0000-0002-6860-3161

Kharkiv National University Of Civil Engineering And Architecture, Kharkiv, Sumska, 40, 61002

Харківський національний університет будівництва та архітектури,

Харків, Сумська, 40, 61002

Анотація. В роботі розглядаються застосування деяких геометричних об'єктів та особливих співвідношень в архітектурі. Приводиться історичний екскурс розвитку архітектури в контексті взаємодії її з геометрією, основні поняття та математичні твердження, що було покладено в основу цього розвитку. Окрема увага приділяється класичним геометричним елементам таким, як «золотий переріз» та «Платонові тіла». Наводяться приклади математичних задач та їх реалізації під час зведення будівель, як сакральної, так і світської архітектури.

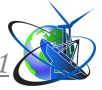
Ключові слова: золотий переріз, Платонові тіла, багатогранник, давньогрецька архітектура.

Вступ.

Математика та архітектура – дві стародавні науки, що тісно зв'язані одна з іншою. В одній із колисок сучасної цивілізації – Стародавній Греції – геометрія вважалася одним із розділів архітектури. Під час зведення будівлі виникала потреба виміряти відстань, ділянку землі, довжину предмета тощо. Перші архітектори та будівники мали велику потребу в одиницях вимірювання й приладах та винаходили їх в залежності від своїх можливостей. Стародавні системи вимірювання були суб'єктивними та прив'язувалися до розмірів людського тіла (лікоть, долонь, п'ядь, крок). Першими вимірювальними приладами були: шнури, жердини, ланцюги, лінійка, циркуль, мотузки. В багатьох країнах землемірів називали «ті, хто натягує мотузки». В Єгипті це були гарпедонапти, що означає «ті, хто протягує та закріплюють мотузку», в Римі – агріменсори.

Із давніх-давен зодчі створювали свої споруди за образом та подібністю простору, що їх оточував. Спостерігаючи гармонію навколишнього світу, як земну, так і космічну, творчі люди знаходили зразки геометричної досконалості в будові рослин і тварин, у небесних формах та астрономічних явищах.

У роботах Піфагора в VI ст. до н.е. вперше була виведена математична закономірність указаної досконалості. Виходячи з пропорційної закономірності частин тіла людини, співвідношення музикальних інтервалів та відстані між небесними тілами, давньогрецьким математиком було введено поняття пропорції, що в подальшому набула назву «золотий переріз». Така пропорція знайшла своє відображення як у давньогрецькій архітектурі, так, із часом, і в



архітектурі інших цивілізацій.

В основу архітектури були покладені канони, що визначають відповідність і врівноваженість частин будівлі. Під час зведення архітектурних об'єктів використовувалися правильні багатогранники або «Платонові тіла», до яких відносяться: куб, тетраедр, октаедр, ікосаедр, додекаедр. Математична складова, в яку відбувалося поступово «занурення» архітектурного середовища, спиралася на піфагорійсько-платонівську ідею, за якою пропорції й числові співвідношення обумовлюють гармонію світу. У цьому сенсі висловлення видатного французького архітектора Ле Корбюзьє про те, що «все навколо – геометрія», і саме вона є «граматикою архітектора» було істиною, яку не потрібно було підтверджувати.

У III ст. до н.е. в Александрії виходить в світ велика праця математика Евкліда «Начала», що була присвячена систематичній побудові геометрії й теорії чисел. Як наслідок цієї події, в архітектурі виникає геометричний спосіб мислення, що стає альтернативою піфагорійської «науки про число». Таким чином, виникають дві системи, які відрізняються одна від іншої в тому, що «множення й ділення чисел впорядковують архітектурні форми й розміри, а за Евклідом архітектура та її елементи проводяться лініями за допомогою циркуля й лінійки» [1].

Починаючи з XVII століття, інтерес до піфагорійської «науки про число» падає, а в той же час вплив Евкліда на архітектурну думку залишається незламним. Від тоді відбувається поділ архітектури на культову та світську [2, 3].

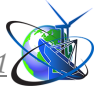
Основний текст

Базовими геометричними елементами в архітектурі є: «золотий переріз» і «Платонові тіла» (куб, тетраедр, октаедр, ікосаедр, додекаедр). Стародавні єгиптяни застосовували божественну пропорцію («золотий переріз») під час будівництва великих пірамід, жителі Мексики – під час зведення піраміди Сонця. Зводячи свої житла, люди, насамперед, думали про їх міцність. Найміцнішою архітектурною спорудою вважаються єгипетські піраміди. Всім відомо, що вони мають форму правильних чотирикутних пірамід. Саме така геометрична форма забезпечує найбільшу стійкість за рахунок великої площі підстави. В той же час, форма піраміди забезпечує зменшення маси в наслідок збільшення висоти над землею. Саме такі властивості роблять піраміду стійкою та міцною в умовах земного тяжіння.

Рациональність геометричної форми піраміди, що дозволяє обирати значні розміри для цієї споруди, надає піраміді велич та викликає відчуття вічності й значності [4].

«Золотий переріз» – це особливе співвідношення, що використовується в мистецтві й архітектурі протягом століть. Термін «золотий переріз» був згаданий римським архітектором М. Вітрувієм у якості основи пропорції класичної грецької архітектури.

Форма, в основі побудови якої лежить поєднання симетрії та золотого перерізу, сприяє найкращому здоровому сприйняттю й появи відчуття краси та гармонії.



Ціле завжди складається з частин, а частини різної величини в свою чергу знаходяться в певному відношенні одна до одної й до цілого.

Принцип золотого перерізу – вищий прояв структурної й функціональної досконалості цілого та його частин в мистецтві, науці, техніці й природі.

У математиці пропорцією називають рівність двох відносин: $a:b=c:d$. Відрізок прямої AB можна розділити на дві частини наступними способами:

- ✓ на дві рівні частини $AB:AC=AB:BC$,
- ✓ на дві нерівні частини в будь-якому відношенні (такі частини пропорції не утворюють), таким чином, коли $AB:AC=AC:BC$.

Остання рівність і є золотий розподіл або розподіл відрізка в крайньому й середньому відношенні [4].

«Золотий переріз» – це поділ відрізка AC на дві частини таким чином, що більша його частина AB відноситься до меншої BC як увесь відрізок AC відноситься до AB (тобто $AB:BC=AC:AB$).

У контексті божественних пропорцій не можливо не пригадати про найкрасивіший твір давньогрецької архітектури – Парфенон (V ст. до н.е.) (рисунок 1). В основу побудови Парфенона в Афінах було покладено правило золотого прямокутника. Конструкція споруди має розміри: ширина 30,89 м, довжина 69,84 м, висота колон становить 10,43 м.

Відомо, що фасад Парфенона вписано в прямокутник зі сторонами 1 і 2, діагональ якого дорівнює $\sqrt{5}$. план являє собою прямокутник зі сторонами 1 і $\sqrt{5}$. Отже, прямокутник фасаду є вихідним у побудові геометрії Парфенона.

Ширина Парфенона оцінюється в 100 грецьких футів (1 фут.=3089 см), розмір висоти у різних авторів має певні варіації. Наприклад, за даними Н. Бруно, висота Парфенона 61,8 фут., висота трьох ступенів основи і колони – 38,2 фут., висота перекриття й фронту – 23,6 фут. Зазначені розміри утворюють ряд золотої пропорції: $100:61,8=61,8:38,2=38,2:23,6=\Phi$, де Φ – число Фібоначчі.

Один із дослідників пропорцій Парфенона В. Смоляк встановив закономірний ряд золотих пропорцій. Він прийняв у якості одиниці ширину торцевого фасаду храму та отримав прогресію: $1:\varphi:\varphi^2:\varphi^3:\varphi^4:\varphi^5:\varphi^6$. Указаним членам ряду відповідають основні пропорції фасаду Парфенона.

Парфенон має 8 колон вздовж коротких стін і 17 – вздовж довгих. Виступи зроблено цілком із квадратів пентілейського мармуру. Благородство матеріалу, з якого побудований храм, дозволило обмежити застосування звичайної в грецькій архітектурі розмальовки, вона лише підкреслює деталі й утворює кольоровий фон (синій і червоний) для скульптури.

Продовжуючи історичний огляд «чудових» пропорцій, не можливо не згадати про архітектурний шедевр Андреа Палладіо – Вілла Ротонда. Ця споруда, що побудована на пагорбі поблизу міста Віченца, є справжнім зразком композиційної симетрії в архітектурі. Будівля складається з простих геометричних тіл: циліндра, куба та сфери (рисунок 2). Споруда абсолютно симетрична з усіх чотирьох боків, у плані має квадратні обриси та увінчане куполом, що підкреслює центральний характер композиції. Прості форми, позбавлені прикрас, створюють враження цілісності й врівноваженості.



Центральний круглий зал віллі оточений прямокутниками кімнат. Таким чином, план Ротонди об'єднує дві геометричні фігури – квадрат, що втілює владу земну, та круг, втілення духовного начала (рисунк 3 і рисунок 4). Прольоти сходів приховані стінами, що грають функцію опор для купольного залу – ротонди [6].



Рисунок 1 - Храм давньогрецької архітектури – Парфенон

Джерело [5]

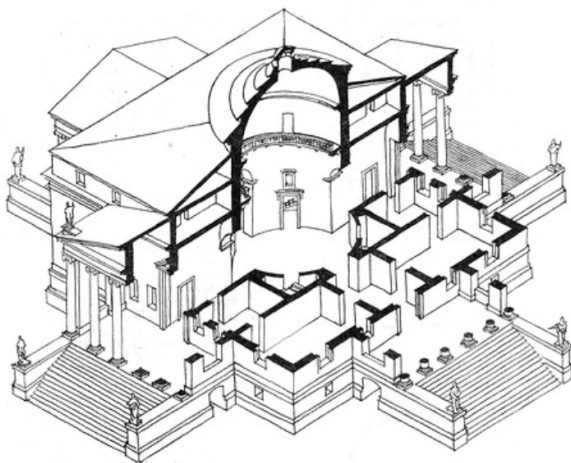
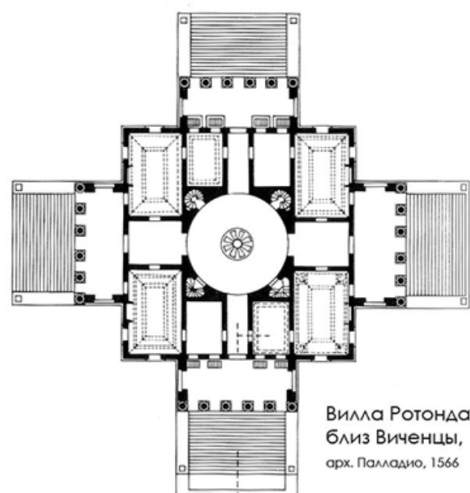


Рисунок 2 – Вілла Ротонда

Джерело [6]



Вілла Ротонда
Близ Віченцы,
арх. Палладіо, 1566

Рисунок 3 - План Вілли Ротонда

Джерело [6]

Як було зазначено вище, неможливо уявити собі архітектуру ще без одного базового елемента – «Платонові тіла» або правильні багатогранники.

Історія вивчення багатогранників сягає глибокої давнини та пов'язана з іменами таких видатних вчених, як Піфагор, Евклід, Архімед, Платон і Кеплер. Однією з перших найвідоміших шкіл була Піфагорійська. Її учні вражалися красою, гармонією та досконалістю правильних багатогранників. Пізніше



думки піфагорійців про правильні багатогранники виклав у своїх працях давньогрецький вчений, філософ – Платон, і з того часу правильні багатогранники (тетраedr, куб, октаedr, ікосаedr і додекаedr) почали носити назву «Платонові тіла» (рисунок 5).

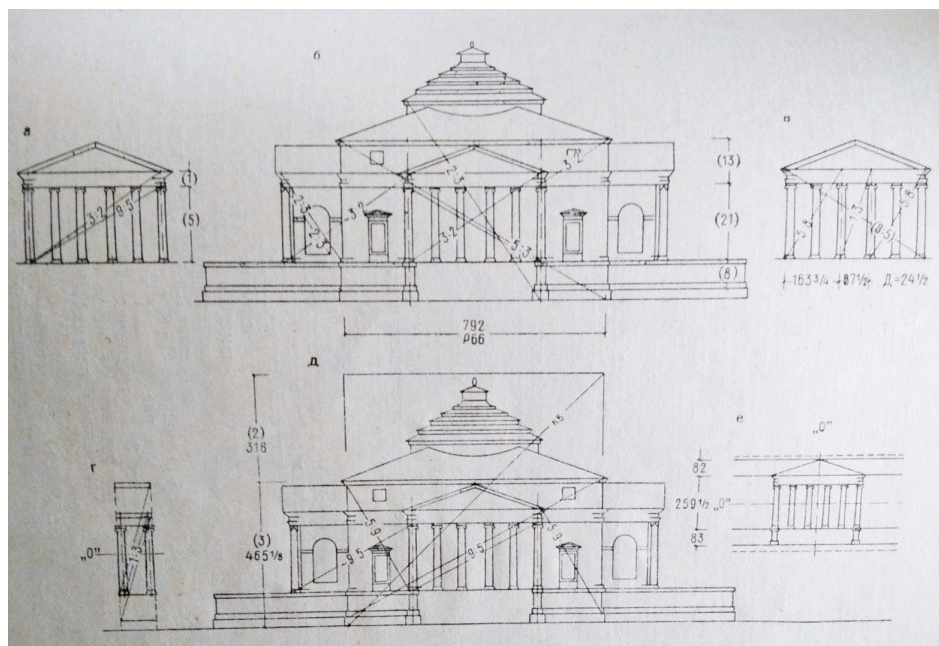


Рисунок 4 – Закономірності фасаду Ротонди

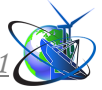
Джерело [7]

Потрібно відзначити великий особистий внесок Йогана Кеплера в теорію багатогранників, який прийшов до висновку, що п'яти правильним багатогранникам відповідають планети Сонячної системи: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер та Сатурн.



Рисунок 5 – Платонові тіла

Джерело [8]



Наведемо основні геометричні поняття, що застосовуються в геометрії багатогранників.

Багатогранник – це частина простору, яка обмежена скінченним числом плоских багатокутників (називаються гранями), з'єднаних таким чином, що кожна сторона (ребро) довільного багатокутника є стороною лише одного іншого багатокутника (суміжного), причому, навколо кожної вершини існує виключно один цикл багатокутників.

Багатогранник називають опуклим, якщо він лежить по одну сторону від площини будь-якої його грані, тоді його грані також опуклі. Будь-який опуклий багатогранник розрізає простір на дві частини – зовнішню та внутрішню.

Опуклий багатогранник називається правильним, якщо всі його грані є рівними правильними багатокутниками та до кожної вершини примикає однакове число граней.

Якщо всі грані – правильні p – кутники і q з них примикає до кожної вершини, тоді такий правильний багатокутник позначають $\{p, q\}$. Таке позначення в XIX ст. було запропоновано швейцарським математиком Л.Шлефлі.

Після формулювання термінології, що застосовується в геометрії багатокутників, перейдемо до основних математичних теорем, на яких базується прикладна складова «Платонових тіл» [9].

Теорема 1. В опуклому багатограннику всі грані – опуклі багатокутники.

Теорема 2. Опуклий багатокутник можна представити з пірамід із спільною вершиною, основи яких утворюють поверхню багатогранника.

Теорема 3. Опуклий багатогранник розташовано по одну сторону від площини кожної своєї грані.

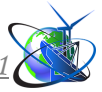
Теорема Ейлера. Число вершин – число ребер + число граней = 2.

Можна довести, що інших правильних багатогранників, окрім тетраедра, куба, октаедра, ікосаедра і додекаедра, немає.

При побудові архітектурних об'єктів дуже часто використовується ще одна властивість правильних багатогранників, яка полягає в тому, що таким геометричним елементам властива двоїстість: якщо вважати центри граней тетраедра вершинами нового багатогранника, тоді знову отримаємо тетраедр; центри граней куба утворюють октаедр; центри граней октаедра утворюють куб; центри граней додекаедра утворюють ікосаедр; центри граней ікосаедра – додекаедр.

Ребра правильного багатогранника рівні між собою. Рівні також усі двогранні кути, що містять дві грані з загальним ребром. Отже, радіуси вписаної та описаної навколо багатогранника сфери співпадають. Вершини будь-якого правильного багатогранника лежать на сфері. Крім цієї сфери, що називають описаною сферою, є ще дві. Одна – «серединна сфера», що проходить через середини всіх ребер, а інша – «вписана сфера», яка дотикається до всіх граней в їх центрах. Усі три сфери мають загальний центр, що називається центром багатогранника.

Яскравим прикладом застосування багатогранників у сучасній архітектурі є будівля Національної бібліотеки Білорусії (рисунок 6). Це справжній



будівельний «алмаз», що за формою є напівправильним багатогранником – ромбокубооктаедр.



Рисунок 6 – Національна бібліотека Білорусії

Джерело [10]

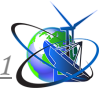
Висновки.

Підбиваючи підсумки проведеного аналізу застосування геометричних складових в архітектурі, можна сказати, що архітектура й математика, будучи відповідними проявами людської культури, протягом багатьох століть активно впливали один на одного. Саме в такому взаємозв'язку народжувалися нові ідеї й стимули, спільно вирішувалися нові завдання. Інакше кажучи, кожна з цих наук є істотним і необхідним доповненням іншої [11].

Математичний апарат, що застосовується під час архітектурного проєктування, звичайно, не обмежується формулами особливих пропорцій та спеціальними розділами стереометрії. Не можливо уявити сучасну архітектуру без дослідження геометричних властивостей кривих та поверхонь на основі диференціального числення, фрактального аналізу та математичного моделювання. Аналіз саме таких питань буде представлений авторами статті в своїх наступних публікаціях.

Литература:

1. Муллер, Иан. Эвклидовы «Начала» и аксиоматический метод. – Лондон: Британский журнал философии науки XX, 1984. – С. 282–309.
2. Рикверт, Джозеф. Эвклидизм и теория архитектуры // Об устной передаче теории архитектуры. Документ Архитектурной ассоциации. Кембридж, 1988. – 36 с.
3. Супрун Л.И., Супрун Е.Г., Игошева Е.Д. Геометрия и архитектура // Вестник Евразийской науки, 2019 №1, <https://esj.today/PDF/18SAVN119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. Рус., англ
4. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи «Прикладні задачі математики в архітектурі» з навчальної дисципліни «Вища математика» для



здобувачів вищої освіти спеціальності 191 «Архітектура та містобудування» першого (бакалаврського) рівня/ Укладачі: О.О. Аршава, С.А. Пихтін. Харків: ХНУБА, 2020. – 30 с.

5. <https://fifiandhop.com/2018/07/03/things-to-do-with-kids-in-nashville/>

6. <http://kannelura.info/?p=955>

7. Гурьев О.И. Композиции Андреа Палладио: Вопросы пропорциональности. – Л.: Изд-ва ЛГУ, 1984. – 120 с.

8. <https://gdz4you.com/prezentaciyi/matematyka/pravylni-mnogogrannyky-7282/>

9. Смирнова И.М. В мире многогранников. – М.: Просвещение, 1995. – 144 с.

10. <http://nevsedoma.com.ua/index.php?newsid=17044>

11. Шевелев И.Ш., Марутаев М.А., Шмелев И.П. Золотое сечение: Три взгляда на природу гармонии. – М.: Стройиздат, 1990. – 343 с.

Abstract. *The connection between mathematics and architecture can hardly be overestimated. Since the days of ancient Greece, the construction of any building has not been possible without the use of measuring instruments. Ancient architects created their works in the image and likeness of nature. They found examples of geometric perfection in the world around them. In the works of Pythagoras, for the first time, a pattern of this kind of perfection was obtained. An ancient Greek mathematician introduced the concept of the "golden ratio". Also, in the construction of architectural structures, canons were of great importance, which determine the correspondence and balance of parts of the building. The regular polygons or Platonic solids are widely used in architecture.*

One of the basic geometric elements in architecture is the "golden ratio". Its principle is the highest manifestation of the structural and functional perfection of the whole and its parts in art, science, nature. One of the most beautiful examples of the use of such a proportion is the Parthenon, a monument to the ancient Greek architecture. The conducted studies of the types of proportions of this structure allow us to conclude that the proportions of the "golden section" and "golden rectangle" were used during the construction of the Parthenon.

An example of compositional symmetry in architecture is Andrea Palladio's architectural masterpiece, the Villa Rotunda near Vicenza. Simple forms of this structure create a sense of integrity and balance. The villa consists of simple geometric bodies: a cylinder, a cube and a sphere. The presented plan of the Villa Rotunda combines a square and a circle, which represent power and spirituality, respectively.

One of the main geometric elements in architecture is the Platonic Solids. The history of the study of regular polygons is associated with the names of such scientists as Pythagoras, Euclid, Archimedes, Plato and Kepler. The basic theory related to regular polygons contains concepts such as: polygon, convex polygon, regular polygon. The mathematical theory of regular polygons is based on three theorems about the basic properties of these geometric objects and Euler's theorem.

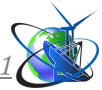
The building of the National Library of Belarus is presented as an example of the use of Platonic solids in modern architecture.

Summing up the results of the analysis of the role of geometry in the development of architectural thought, we can conclude that these sciences are complementary. The mathematical apparatus used in architectural design is not limited to formulas of special proportions and special sections of stereometry. The modern architecture is a synthesis of fractal analysis and mathematical modeling based on the properties of curves and surfaces.

Key words: *golden ratio, Platonic solids, polyhedron, ancient Greek architecture.*

Стаття відправлена: 27.01.2021 г.

© Аршава О.О.



УДК 624.012.25

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF BASALT (BASALTOCOMPOSITE) NET IN CONSTRUCTION**АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ БАЗАЛЬТОВОЇ (БАЗАЛЬТОКОМПОЗИТНОЇ) СІТКИ У БУДІВНИЦТВІ****Morkovska N./Морковська Н.Г.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Zolotova N./Золотова Н.М.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Suprun O./Супрун О.Ю.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Kharkiv National University of Municipal Economy named after O.N. Beketova,**Kharkov, Marshal Bazhanov, 17, 61002**Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,**Харків, Маршала Бажанова, 17, 61002*

Анотація. У роботі розглянуті особливості використання базальтової сітки в якості альтернативи традиційно застосовуваним металевим або скловолоконним матеріалів, а в деяких сферах (дорожнє будівництво, армування кладки) - повної заміни їх. У порівнянні з часто вживаними в дорожньому будівництві сітками на основі скловолокна базальтокомпозитні геосітки: значно швидше і повніше просочуються в'язким (бітумне в'язуче при випуску сітки для армування асфальтобетонних шарів і полімерне сполучна для сіток, призначених для влаштування геоконструкцій); мають більш ніж в 10 разів нижчу гігроскопічність; володіють більшою (в 1,26-1,53 рази) пружністю; температура застосування в рази вище (-260°C - $+600^{\circ}\text{C}$ у базальту проти -50°C - $+380^{\circ}\text{C}$ у скла); більш стійкі до впливу агресивних середовищ (втрата ваги після 3 годин кип'ятіння у воді менше в 3,9 рази, в кислоті HCl - в 17,7 раз, в луги NaOH - менше в 2,2 рази).

Ключові слова: базальт; базальтові стовпи; композитні матеріали; базальтове волокно; природні мінерали; базальтокомпозитні геосітки

Вступ.

Одним з основних способів створення нових полімерних матеріалів, які відповідають за своїми характеристиками вимогам різних галузей промисловості, є модифікація існуючих полімерів, в тому числі створення наповнених полімерних композиційних матеріалів. Сучасні економічні умови вимагають отримання матеріалів не тільки з високим комплексом характеристик, але і доступних, з досить низькою вартістю. Тому великі потенційні можливості поліпшення характеристик композиційних матеріалів закладені в використанні недорогих і ефективних наповнювачів, в число яких входить базальт [1].

Основний текст.

На сьогоднішній день базальтові сітки знаходять все більше застосування в наступних видах будівельних робіт:

- армування горизонтальних швів кладки. Застосування сітки для армування збільшує міцність кладки стін з пористого бетону на 30%, міцність кладки з керамічного каменю пустотністю до 56% на 16% (при армуванні через 1ряд при висоті кладки 220мм). Використання базальтової сітки допускається при кладці на цементний, клейовий, вапняний розчин.



Застосування сітки з осередком 25 x 8 мм для армування кладки дозволяє істотно знизити витрату дорогого «теплого» розчину при зведенні стін з великоформатного поризованного керамічного каменю. Сітка з осередком 25 x 25 мм застосовується для створення гнучкої зв'язку між цегельним облицюванням і основною стіною з поризованного каменю або блоків з пористого бетону;

- армування мастичних покрівель;
- армування шарів гідроізоляції в басейнах, житлових приміщеннях;
- армування штукатурних шарів і стяжок;
- посилення сейсмостійкості несучих цегляних стін.

Базальтокомпозитна сітка застосовується для з'єднання основної, фасадної несучої стіни будівлі з шаром з облицювальної цегли, яка схильна до температурних деформацій. Базальтокомпозитні сітки служать відмінною заміною звичним сталевим сіткам, анкерів і арматурі.

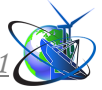
Сітки дають можливість: підвищити несучу здатність об'єктів будівництва; підвищити теплоефективність стін будівлі; знизити собівартість будівництва; вирішити проблему "містків холоду".



Рисунок 1 - Базальтокомпозитна сітка

Вітрове навантаження є однією з основних тимчасових навантажень. Зі збільшенням висоти вплив вітру зростає. Іноді навантаження від вітру (швидкісний тиск вітру) на висоті до 10 м приймається рівним 270 Па, а на висоті 100 м вона вже дорівнює 570 Па. У гірських районах, на морських узбережжях вплив вітру набагато зростає. Застосування базальтової сітки при горизонтальному армуванні кладки підвищує значення розрахункового опору кладки з каменів правильної форми на розтяг при згині по перев'язаному перетину на 15-20% і збільшує навантаження моменту утворення першої тріщини і руйнування кладки при вигині (при розрахунку на дію вітрового навантаження). Застосування армуючої сітки дозволяє підвищити розрахунковий опір стиску в залежності від марки сітки і її розташування в кладці до 30% в порівнянні з неармованою кладкою.

Розчинні шви в кладці з газобетону (або альтернативного кладочного матеріалу) самі є містками холоду, та ще горизонтальне армування металевою сіткою посилює ефект теплопровідності. Стіна з найбільш термoeфективних блоків втрачає свої теплозберігаючі властивості, якщо виконуються широкі шви або доповнюється звичайною цеглою, що веде до виникнення містків



холоду. Шви промерзають набагато швидше блоків, і по всій їх товщині починають промерзати і самі блоки. Містки також є причиною появи на стінах висолів і цвілі. Зниження температури на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції може викликати зміщення точки роси і, як наслідок, конденсацію водяної пари. Там, де з'являється сирість, легко збирається пил, і незабаром там утворюються чорні, брудні плями. Оскільки пил - чудова живильне середовище для мікроорганізмів і будинкових грибів, плями швидко покриваються пліснявою. Наслідком їх наявності виявляються більш високі витрати на опалення.

Вважається, що містки холоду в будівлях можуть бути причиною втрат до 1/3 теплової енергії.

Шви слід виконувати якомога тонше. Якісно виготовлені блоки, у яких геометричні розміри строго калібровані, укладаються на спеціальний клей. Тоді товщина шва виходить 2-3 мм, при товщині базальтової армуючої сітки 1,5-3 мм виходить ідеальне поєднання товщини і армування і вплив містків холоду зводиться до мінімуму. При кладці із звичайної цеглини це недосяжно.

Для порівняння: теплопровідність металевої сітки 60 Вт/м², теплопровідність базальтової сітки 0.46 Вт / м².

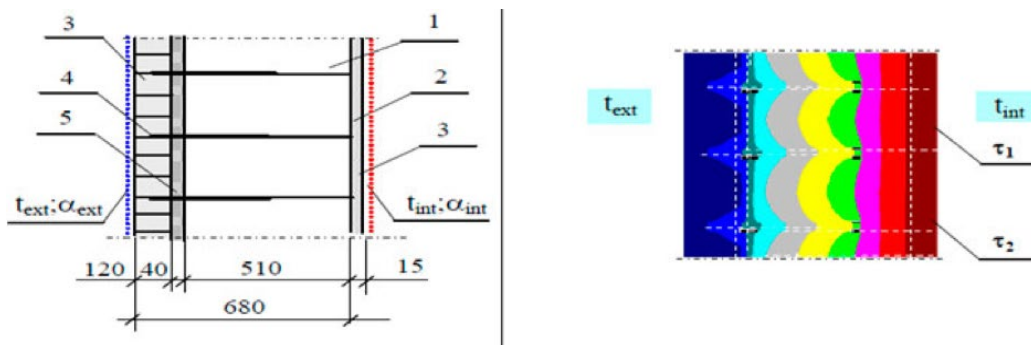


Рисунок 2 - Теплопровідність базальтової сітки:

- 1). Кладка з каменю 15НФ; 2). Цементно-піщаний розчин; 3). Кладка з облицювальної цегли;
- 4). Зв'язки зі сталі $d = 6$ мм; 5). Утеплювач 0,04Вт / (м * °С)

Загальнобудівельна базальтова сітка завдяки своїм характеристикам є ефективним матеріалом для армування різних стяжок і наливних підлог.

Армування стяжки підлоги (в т.ч. наливних підлог), виконаних з розчину марки М100 і вище, служить для запобігання появи в них усадочних тріщин, підвищення міцності при вигині в разі дії зосередженого навантаження. Базальтова сітка застосовується для армування стяжки замість металевої. Армування стяжки підлоги покращує властивості бетону в експлуатації, підвищується його жорстокість і знижується деформативність. Армування стяжки дозволяє зменшити її товщину без шкоди для її якості, що дасть можливість скоротити витрату матеріалів.

При випробуваннях було встановлено що за оцінки міцності при вигині і стиску бетонної стяжки (клас бетону по міцності на стиск В22,5-М300) товщиною 50 мм, армованої сіткою з базальту 2-3 мм з осередком 50х50 мм (25х25 мм). Руйнування зразків наступало при навантаженні $N_{ср} = 1012$ кгс,



при цьому розтяжне напруження нижньої зони плит при вигині становило R_t , $\sigma_p = 64,0 \text{ кг / см}^2$. Підвищення експлуатаційної надійності і сейсмостійкості несучих і не несучих стін, в тому числі перегородок, при будівництві будівель як в звичайних, так і в сейсмонезбезпечних районах досягається застосуванням базальтової сітки.



Рисунок 3 - Армування стяжок

Як матеріал кладки використовувати газобетонні блоки класом по міцності на стиск не нижче В1,5 і маркою по щільності не нижче Д500:

- Кріплення перегородки, що забезпечують стійкість перегородок з площини, повинні кріпитися по висоті - в 3 точках, до перекриття - з кроком 1200 мм. Кріплення повинні бути жорсткими.

- Як розчину використовувати клей для газобетонних блоків міцністю на стиск не менше 10 МПа.

- Як горизонтальної арматури в перегородках використовувати сітку базальтову будівельну шириною рівною ширині кладки. Оштукатурювання перегородки необхідно проводити в кілька етапів: на викладену перегородку нанести товщиною в 1мм підготовчий шар клею; не пізніше як через 5 годин необхідно закріпити вертикальне армування і зробити оштукатурювання шаром клею, товщина яких не менше товщини вертикального армування; після 24 годин необхідно нанести поверх оштукатурених поверхонь ще один шар товщиною в 1мм.

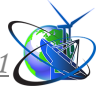
- При товщині перегородки 110 мм необхідно влаштовувати фахверкові стійки через кожні 5,6 м.

- При товщині перегородки більше 110 мм необхідно влаштовувати фахверкові стійки через кожні 7 м.

Висновки.

Причини використовувати базальтову кладочну сітку: висока адгезія; стійка до корозії; низька теплопровідність; навантаження на розрив не поступається сталевий; не велику вагу, всього 285 гр. / м^2 .

При зведенні будівлі будь-якої поверховості доцільно купувати базальтову сітку. Вона забезпечить необхідне зчеплення різного роду матеріалів при виконанні будівельних робіт. Поставляється базальтова сітка для кладки в компактних, легких не більше 13 кг рулонах шириною один або два метри, що займають мінімум місця при складуванні.

**Література:**

1. Украинский гранит. — Режим доступа: <http://belaya-rus.deal.by/a4007-ukrainskij-granit.html>.
2. Новицький О. Г. Дослідження та удосконалення процесів отримання базальтових волокон та виробів на їх основі: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.17.08 "Процеси та обладнання хімічної технології" / О. Г. Новицький. — К.: НТУУ "КПІ", 2006. — 21 с.
3. Тищенко В. Г. Тонкие минеральные волокна из базальта / В. Г. Тищенко, Л. М. Селезнев. — К.: Знання, 1975. — 21 с.
4. Данько К., Конюк А. Проблеми архітектурної організації екологічного та енергоефективного житла на прикладі екологічного блокованого житлового будинку в м. Полтава. Energy efficiency in civil engineering and architecture: Scientific and technical journal. Київ, 2018. Issue 11.- С.112-120. 240
5. Данько К. С. Стартові умови та обмежуючі фактори при формуванні енергоефективного житла в квартальній забудові. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: науково-технічний збірник. Київ, 2016. Вип.43. частина 2. С.278- 283.

Abstract. The paper considers the features of using basalt mesh as an alternative to traditionally used metal or fiberglass materials, and in some areas (road construction, reinforcement of masonry) - their complete replacement. Compared to grids based on fiberglass, which are often used in road construction, basalt-composite geonets: viscous permeate much faster and more completely (bitumen binder when producing a mesh for reinforcing asphalt concrete layers and polymer binder for networks intended for geo-structures) have more than 10 times lower hygroscopicity; have greater (1.26-1.53 times) elasticity; application temperature is several times higher (-260°C - $+600^{\circ}\text{C}$ in basalt versus -50°C - $+380^{\circ}\text{C}$ in glass); more resistant to aggressive environments (weight loss after 3:00 boiling in water is 3.9 times less, in HCl acid - 17.7 times, in NaOH meadows - 2.2 times less).

Key words: basalt; basalt pillars; composite materials; basalt fiber; natural minerals; basalt composite geonets

Стаття відправлена: 5.02.21р.

©Морковська Н.Г.



УДК 72.477.8

THE IMPACT OF MONUMENTAL ARCHITECTURE ON URBAN LANDSCAPE FORMATION ВПЛИВ МОНУМЕНТАЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ НА ФОРМУВАННЯ МІСЬКОГО ЛАНДШАФТУ

Andrieiev S. O. / Андреев С. О.
student / студент

Bohdanova. Y. L. / Богданова Ю.Л.
Sen. lec. / ст. викл.

ORCID: 0000-0002-9528-0038

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Bandera str., 12, 79013
Національний університет «Львівська політехніка»,
Львів, С.Бандери, 12, 79013

Анотація. У статті окреслено виклики, які ставить архітектура перед майбутнім фахівцем. Одним із них є опрацювання об'єктів монументального дизайну. Тому автори всебічно підійшли до розгляду поняття монументальний дизайн, яке поки що є ще достатньо новітнім і до кінця не визначеним, хоча явище існує практично від появи людства. У зв'язку з цим було зроблено спробу з'ясувати суть цього феномену, досліджуючи споріднені поняття із галузі мистецтва.

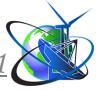
Ключові слова: монументальний дизайн, монументальне мистецтво, монументально-декоративне мистецтво, монументальне містобудівельне мистецтво, монументальна скульптура, монументальний живопис.

Вступ

Вища школа має на меті підготувати архітектора, який не тільки вміє грамотно подати і оформити набір технічних креслень, а є насамперед креативною особистістю, яка органічно поєднує у роботі риси художника-митця, інженера та вченого. Цей фахівець, в процесі своєї професійної діяльності, має бути готовим знаходити відповіді не тільки на прагматичні питання в галузі архітектури й містобудування. Як людина широкої ерудиції та високої культури він має продукувати цікаві рішення при пошуку оптимальної естетичної складової проєктованого об'єкту. Як громадський діяч, майбутній архітектор має бути готовим тісно співпрацювати з суспільством, не замикаючись від світу у своїй майстерні, бо тільки споживачі можуть об'єктивно окреслити ті потреби, які має вирішити фахівець. А отже вища школа повинна підготувати такого фахівця, який добре усвідомлює увесь комплекс поставлених завдань та володіє високим творчим потенціалом та рівнем знань і вмінь спеціалізуватися у будь-якій галузі архітектури. Однією із таких галузей є монументальний дизайн.

Виклад матеріалу

Термін «Монументальний дизайн» визначає вид проєктної діяльності, метою якої є формування функціональних, ідеологічних та естетичних якостей об'єктів монументальної архітектури, монументального та монументально-декоративного мистецтва. Якщо взяти буквально слово «дизайн», то воно буде відповідником слову «проєктування». У ширшому розумінні дизайн – це цілісна система мислення, яка здатна творити ідеї у керуванні максимального



упорядження сфери життєдіяльності людини і скерована на гармонізацію архітектурно-предметного середовища. Як універсальне явище, дизайн присутній в усіх видах мистецтва. Архітектурна діяльність у галузі монументального дизайну передбачає знання закономірностей творення та розуміння процесу упровадження в архітектурне середовище творів монументального мистецтва.

Монументальне мистецтво це вид пластичних мистецтв, що охоплює широкий перелік творів, які створюються для конкретного архітектурного середовища і відповідають йому своїми ідейними якостями, а також зоровою, архітектонічною та колірною будовою [1]. Ці твори часто стають об'ємними чи змістовними домінантами архітектурних ансамблів і звичайно ж виступають реперними точками у міському середовищі.

Слово «монументальний» має кілька значень. Перше з них вказує на те, що монументальні об'єкти мають вражати своїми розмірами та величністю, отже вони не можуть ототожнюватися з просто прикрашанням чи декоруванням поверхонь. Другим значенням є поняття «глибини змісту» монументального твору - він завжди має уособлювати в собі якусь глибоку ідею [2]. Ця ідея досить буквально передавалася раніше, коли архітектори та художники опиралися на мову класичного мистецтва і дуже змінилася у XX та XXI століттях, коли митці почали вдаватися до узагальнення та стилізації.

Монументально-декоративне мистецтво – вид образотворчого мистецтва, що часто поєднують з архітектурою чи інтегрують у природне оточення. Основними його різновидами є живопис, скульптура, декоративні форми й елементи оздоблення інтер'єру та екстер'єру: gobелен, кераміка, килимарство, кування, вітраж, художнє литво, різьбярство та інш. Твори монументально-декоративного мистецтва несуть високе ідейно-тематичне навантаження, увічнюють історичні події, провідні соціальні й філософські ідеї часу, відіграють важливу роль в оформленні архітектури споруд сакрального призначення. Проте ці твори вже є дещо меншими за розмірами. Якщо у монументальному мистецтві домінують образотворчі основи, то у монументально-декоративному мистецтві переважають архітектонічно-орнаментальні форми [3]. Отже основним їхнім призначенням є прикрашання будівель, міського ландшафту та об'єктів предметного середовища.

У вузькому значенні, відповідно до змісту поняття "монументальний дизайн", можна говорити про окремі види монументального мистецтва: монументальну скульптуру й живопис та їх різновиди, а також монументальне містобудівне мистецтво й архітектуру.

Так монументальне містобудівельне мистецтво має на меті вирішити питання створення загальноміських комплексів, які наповнені значимими будівлями громадського характеру, що відрізняються за розмірами й стильовими ознаками від рядової забудови. Будівлі та споруди монументальної архітектури це окремі архітектурні об'єкти, переважно виконані за індивідуальними проектами, в образі яких відображаються економічні, ідеологічні й культурні засади суспільства; збудовані на згадку про видатні події в історії націй і народів, на відзнаку видатних людей [4]. Проте окрім



будівлі - доміанти, яка формує навколо себе містобудівний ансамбль, це може з успіхом виконувати і монументальна скульптура, являючись центром площі.

Монументальна скульптура це мистецький твір, що виконаний переважно у тісній співпраці архітектора і скульптора та призначений для увічнення пам'яті про видатних людей або історичні події. До монументальних форм належать пам'ятники, монументи, меморіали, що можуть бути скульптурними групами, статуями, погруддями, плитами з горельєфами або барельєфами з написами, тріумфальні арки, колони, обеліски, гробниці, надгробки, храми-пам'ятники, архітектурно-скульптурні меморіали [5].

Так, наприклад, дві великі арки Парижа: Тріумфальна та Велика арка у районі Дефанс, що поєднані бульваром Шарля де Голля - історичною містобудівною віссю, що перетинає Сену, не тільки творять кожна свій окремий монументально-містобудівний ансамбль, а й представляють старий та новий Париж. Тріумфальна арка була побудована на площі Зірки у 1806-36 р.р. відповідно до проекту архітектора Жана Шальгрена, за вказівкою Наполеона Бонапарта і мала на меті звеличувати подвиги його армії. Велика Арка Братерства представляє собою один із амбітних проектів президента Франсуа Міттерана, виконаний у 1989 за проектом данського архітектора Йохана Отто фон Спрекельсена. Своєю лаконічною архітектурою вона відповідає модним течіям другої половини ХХ століття. Так цей монументальний об'єкт є завершенням цілого ансамблю, що являє собою вісь, яка проходить від Лувра, через обеліск на площі Згоди та Тріумфальну арку (рисунки 1, 2).

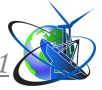


Рисунок 1 – Велика Арка Братерства у районі Дефанс, Париж.

Рисунок 2 – Вид від Великої Арки Братерства на Тріумфальну арку.

Джерело: Фото Ю.Л. Богданова. 1916 рік.

Ще одним видом монументального мистецтва є монументальний живопис, твори якого призначені для інтер'єрів та екстер'єрів архітектурних об'єктів, проте є самостійними за своїми художньо-образними рішеннями. Він виконує змістові та декоративні функції, розрахований на сприйняття з різних сторін і



часто з певної відстані. Об'єкти монументального живопису створюють у різних техніках: вітраж, мозаїка, розпис, сграфіто, фреска, мурал та ін. [6]. Найбільш традиційним для нас з цього переліку є розписи, вітражі та мозаїки у сакральних об'єктах, як нових, збудованих за час незалежності України, так і давні, що сягають своєю історією глибини століть. Проте радянський період теж відзначився великою кількістю мозаїчних панно та розписів у громадських об'єктах, що прославляли робітників різних професій, історичні події та видатних осіб, унаочнюючи призначення будинків.

Кожен правитель намагався залишити по собі знак і зводив об'єкти монументального дизайну на найважливіших площах та вулицях свого міста. Проте, з плином часу, змінювалася влада і змінювалися пам'ятники її присутності. Таким чином, не тільки країни і міста мають свої історії, їх мають і міські простори, що набагато рідше змінювали свої межі ніж своє архітектурно-мистецьке наповнення. В Україні питання політико-ідеологічного аспекту монументальних творів є зараз надзвичайно актуальними. У різних регіонах країни, на початку третього тисячоліття, встановлюють монументи, які інколи, діаметрально протилежні за змістом та значимістю для нації. Ці пам'ятники заглядають у минуле, яке окремі групи людей розуміють з різних патріотичних позицій. Очевидно, що ідеологія, як суспільна свідомість, є відображенням світоглядних ідей суспільства і виступає як інструмент розвитку відносин, впливаючи на його архітектуру й монументальний дизайн.

Заключні висновки.

Було окреслено ряд особливостей, що пов'язані з визначенням поняття та об'єктів монументального дизайну у міському середовищі, де окрім архітектора, працюють ще скульптори, художники, дизайнери. За архітектором залишається право проектувати як великий містобудівний комплекс чи будинок, так і монумент, меморіал а також предметне наповнення - різноманітні малі архітектурні форми, обладнання, світильники, меблі, елементи декоративного оздоблення і т. ін. Але найважливішим обов'язком у формуванні архітектурно-предметного середовища є безперечно комплексне розуміння усіх видів творчих завдань, які необхідні для створення цього середовища.

Література:

1. VseslovA, 2021. *Монументальне мистецтво*. [online] Доступно: < [http://vseslova.com.ua/word/Монументальне мистецтво-67189u](http://vseslova.com.ua/word/Монументальне_мистецтво-67189u)> [Дата звернення 6 лютого 2021].
2. Словник української мови. Академічний тлумачний словник (1970—1980). *Монументальний*. [online] Доступно: < <http://sum.in.ua/s/monumentaljnuy>> [Дата звернення 6 лютого 2021].
3. Енциклопедія Сучасної України, 2019. *Монументально-декоративне мистецтво*. [online] Доступно: < http://esu.com.ua/search_articles.php?id=69470> [Дата звернення 6 лютого 2021].
4. В.І. Проскуряков, М.Б. Яців. 2011. *Монументальний дизайн*. Львів: Видавництво Львівської політехніки.



5. Енциклопедія Сучасної України, 2019. *Монуменціальна скульптура*. [online] Доступно: <http://esu.com.ua/search_articles.php?id=69469> [Дата звернення 6 лютого 2021].

6. Енциклопедія Сучасної України, 2019. *Монуменціальний живопис*. [online] Доступно: <http://esu.com.ua/search_articles.php?id=69201> [Дата звернення 6 лютого 2021].

Abstract. *The article outlines the challenges that architecture poses to future professionals. One of them is the processing of monumental design objects. Therefore, the authors comprehensively approached the consideration of the concept of monumental design, which is still quite new and not yet fully defined, although the phenomenon has existed almost since the advent of mankind. In this regard, an attempt was made to clarify the essence of this phenomenon by exploring related concepts in the field of art.*

Keywords: *monumental design, monumental art, monumental and decorative art, monumental urban art, monumental sculpture, monumental painting*

Стаття відправлена: 10.01.2021 р.
© Андрєєв С.О., Богданова Ю. Л.



УДК 711.4-168

**ABOUT URBAN RENOVATION AND THE PRESERVATION
OF THE CULTURAL HERITAGE OF MODERNISM****О ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ РЕНОВАЦИИ
И СОХРАНЕНИИ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ МОДЕРНИЗМА****Blaginyh E.A. / Благиных Е.А.***PhD, as.prof. / канд. арх., доц.**ORCID: 0000-0002-3468-4493**SPIN: 2330-3722**«Siberian State industrial University», st. Kirova, 42, Novokuznetsk, Kemerovo region, RUSSIAN**«Сибирский государственный индустриальный университет»,
654007, ул. Кирова, 42, г Новокузнецк, Кемеровская область, РФ***Cherednichenko J. M. / Чередниченко Ж.М.***Gr. student/ аспирант*

Аннотация. В работе предложен подход к решению ряда архитектурно-градостроительных проблем индустриальных городов Сибирского региона в целях достижения их устойчивого развития. На материале, полученном в ходе научных исследований, проанализированы проблемы урбанизированных территорий (не артикулированных жилых, деградирующих промышленных и пр.) в городах южной части Западной Сибири, затронута проблематика их архитектурной реновации и сохранения историко-архитектурного наследия эпохи модернизма.

Ключевые слова: урбанизированные территории, архитектурная реновация, объекты эпохи модернизма, культурное наследие, конструктивизм.

Введение.

В настоящее время выявилась необходимость исследований архитектурно-градостроительных, социальных и экологических проблем реновации¹ урбанизированных территорий в индустриальных городах южной части западной Сибири, сформированных в период первых пятилеток и индустриализации (первая треть – 60-е гг. 20 века), с расположенными на них объектами эпохи модернизма. Наличие деградирующих жилых и неиспользуемых промышленных территорий приводит к недостаточному градостроительному комфорту, обеднению индивидуальных особенностей городских поселений.

Цель: изучение особенностей и проблематики архитектурой реновации урбанизированных территорий, сохранение культурного наследия модернизма.

Основные задачи: - Изучить особенности архитектурно-градостроительного наследия эпохи модернизма в индустриальных городах; - Предложить алгоритм анализа проблематики их реновации; - На основе систематизации культурного наследия эпохи модернизма в индустриальных городах, изложить принципы их сохранения.

Материалы и методы

Модернизм в архитектуре, как общемировое явление [1], включает следующие направления: европейский функционализм; конструктивизм и

¹ В данном исследовании под термином «реновация» понимается адаптивное повторное использование территорий и застройки как рентабельная мера сохранения городской среды.



рационализм в Советской России в 1920-30-х гг.; движение «баухауз» в Германии, архитектурные стили ар-деко, брутализм, интернациональный, органическая архитектура. В рамках статьи, остановимся на одном из наиболее ярких ответвлений раннего модернизма – советском авангарде / конструктивизме. Эта архитектура стала абсолютно новым веянием в архитектуре и впечатляла весь мир. Конструктивизм и авангард господствовали на территории Советской России непродолжительное время, но успели оставить множество прорывных, уникальных зданий, которые сейчас являются объектами культурного наследия и достопримечательностями страны.

В южной части Западной Сибири, в период строительства Кузнецкого металлургического комбината (город Новокузнецк), в 1920-30х гг. велись градостроительные разработки планировки Соцгорода ведущими отечественными и иностранными архитекторами, среди них – А.В. Щусев, братья Веснины, Э. Май. Соцгород важен Новокузнецку как часть его истории и один из немногих сохранившихся памятников конструктивизма [2].

В индустриальных городах (Новокузнецке, Прокопьевске, Ленинске-Кузнецке и др.) были построены модернистские здания, которые десятилетиями формировали лицо этих городов, часть из них по сей день не утратили своего первоначального функционального назначения. К большому сожалению, они не относятся к городам с наследием модернизма ЮНЕСКО [3]. Может поэтому здания этой эпохи, даже те, которые выявлены как объекты культурного наследия в лучшем случае, еще находятся в эксплуатации, в худшем – их состояние близко к руинированному (например, Гостиница Верхней колонии, Старый корпус СМИ, кинотеатр Артема и др.).

Первые многоквартирные здания Соцгорода начали строить с 1930-х гг. по проекту немецкого архитектора Э. Мая (рисунок 1). В них использовался шаблон, применявшийся Маем во Франкфурте-на-Майне, в целом же они были вдохновлены зданиями Корбюзье и возведены в духе функционализма. В настоящее время Новокузнецк является единственным городом в России, где в таком объеме и целости сохранилось архитектурное наследие оригинального мастера эпохи модернизма Э. Мая.

На сегодняшний день, в связи с низким качеством архитектурно-художественного облика урбанизированных территорий в индустриальных городах, где часто нарушается гармоническое взаимодействие промышленной, жилой застройки и природного окружения, назрела необходимость их реконструкции, реновации.

Выявлены основные проблемы при реновации: изношенность инженерных сетей, слабое инфраструктурное обеспечение; экологическая непригодность территории, объектов к эксплуатации; несоответствие строительных конструкций современным нормативным требованиям; юридические аспекты (наличие нескольких собственников); разрушение и снос объектов модернизма; отсутствие современных общественных пространств.

Проведено исследование нескольких урбанизированных общественных и хозяйственно-промышленных территорий, предложено формирование в них благоустроенных зон с рекреационными функциями.

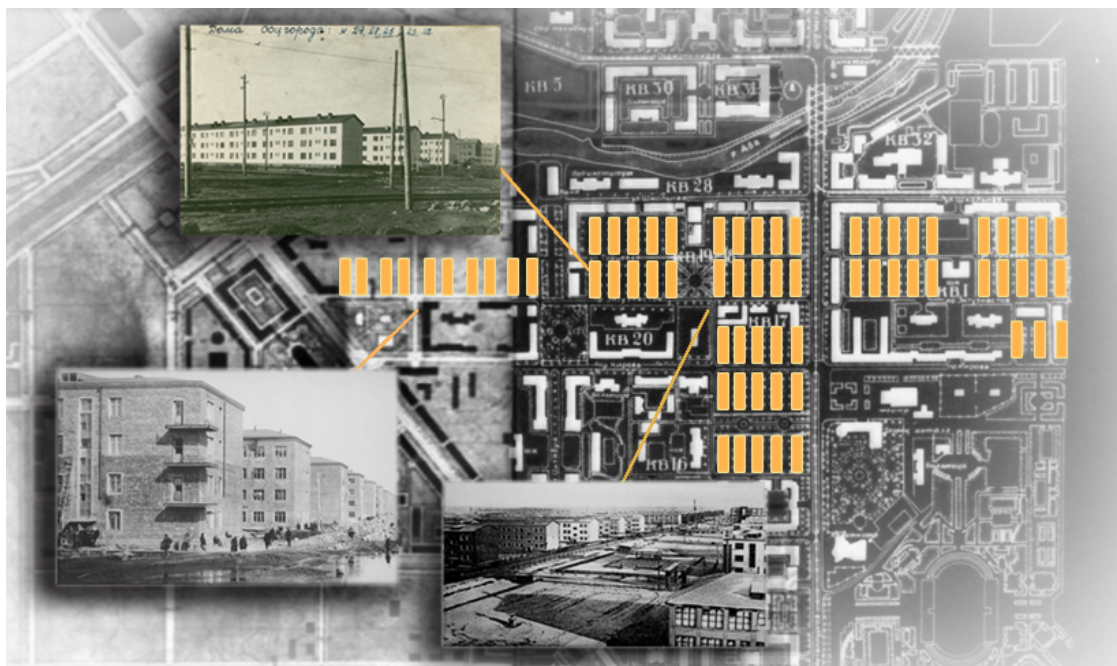


Рисунок 1 – жилая застройка Соцгорода в Новокузнецке

Результаты исследования

В целом, решения по реновации жилых зданий и хозяйственно-промышленных участков, с озеленением этих территорий, помогут снизить техногенную нагрузку на окружающую среду. Путем создания рекреационных пространств на реорганизуемых территориях, будут компенсированы утраченные территории общественных парков, застроенные коммерческими объектами. Образные характеристики постиндустриальной городской среды будут сохранены для восприятия ее населением, что будет способствовать сохранению «преемственных связей поколений». А изучение роли историко-градообразующих объектов населенных мест поможет сохранению культурного наследия региона.

Предложен алгоритм анализа проблематики реновации (рисунок 2):

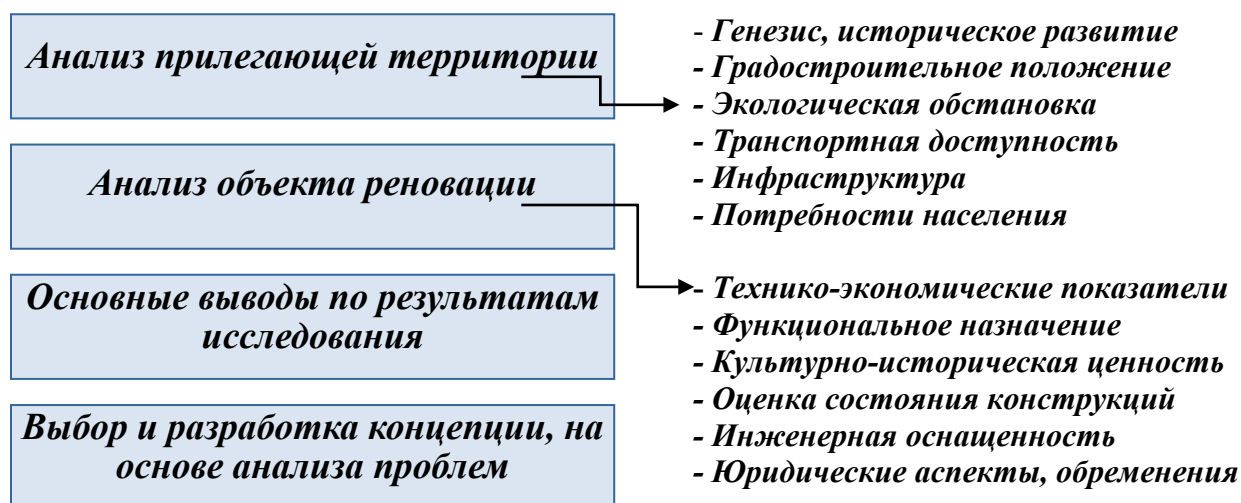


Рисунок 2 - Алгоритм анализа проблематики градостроительной реновации



Заключение и выводы

Выполнен системный анализ проблематики урбанизированных территорий, сформирован алгоритм реновации; выявлены принципы сохранения архитектурно-градостроительного наследия эпохи модернизма, имеющего большое значение для устойчивого развития городов, исторической преемственности, связи поколений; разработаны практические рекомендации по их современному использованию.

Литература (References).

1. Stefan Olsson, Tove Malmqvist, Mauritz Glaumann. (2015) “Managing Sustainability Aspects in Renovation Processes: Interview Study and Outline of a Process Model” / journal Sustainability. №7. Pp. 6336-6352; DOI: 10.3390/su7066336.
2. Blaginykh E.A. and Cherednichenko Zh.M. (2020) “The concept of renovation of the hotel of the Upper Colony in Novokuznetsk - an object of historical and cultural heritage of the era of modernism” / Balandin readings: T. 15. - Novosibirsk: Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts named after A.D. Kryachkova,- Pp. 8-15.
3. K. W. Chau. Lennon H. T. Choy. Ho Yin Lee. (2018) “Institutional arrangements for urban conservation”. J Hous and the Built Environ 33:455–463 <https://doi.org/10.1007/s10901-018-9609-2>.

Abstract. *The article suggests an approach to solving a number of architectural and urban planning problems of industrial cities of the Siberian region in order to achieve their sustainable development. On the material obtained during the research, analyzed the problems of the urbanized territories (not articulated residential, degrading industrial, etc.) in the cities of the southern part of Western Siberia, affected problems their architectural renovation and preservation of historical-architectural heritage of modernism. The criteria of preservation and architectural and planning principles of modern use of objects of cultural heritage of modernism, including previously undiscovered architectural monuments of constructivism, a unique stylistic trend of the 20-30s of the twentieth century, are proposed.*

Key words: *urbanized areas, architectural renovation, objects of the modernist era, cultural heritage, constructivism.*

Статья отправлена: 06.02.2021 г.

© Благиных Е. А.



УДК 528.44:332.54

IDENTIFICATION OF REAL ESTATE IN THE MULTIPURPOSE DIGITAL CADASTRE**ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕРУХОМОГО МАЙНА У ЦИФРОВОМУ КАДАСТРІ
БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ****Kirichek Y. / Кірічек.Ю.***Dr.Sc., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-1573-0706

Gryanyk V. / Гряник В.*As.prof. / ст.векл.*

ORCID: 0000-0001-8430-8392

*Pridniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture,**Dnipro, Chernishevskogo, 4a**Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,**Дніпро, Чернишевського, 4а*

Анотація. В роботі розглядається з метою удосконалення ідентифікації нерухомого майна у цифровому кадастрі багатоцільового використання склад комплексного ідентифікатора об'єктів кадастру із двох частин: постійної та перемінної. Розглянуті унікальні ідентифікатори різного нерухомого майна у постійній частині. Перемінну частину ідентифікатора об'єкту кадастру запропоновано формувати шляхом кодування ознак головних властивостей нерухомого майна.

Ключові слова: кадастр, нерухоме майно, унікальна ідентифікація.

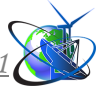
Вступ.

Історично в пострадянських країнах існує проблема з реєстрацією та обліком нерухомого майна, бо довгий історичний період земельні відносини будувалися не на праві власності, а на праві користування землею. Без власності на землю не існувало поняття «нерухоме майно», а об'єктом кадастру виступала лише земельна ділянка. Тому практично не існує унікального ідентифікатора об'єкта нерухомого майна у Державному земельному кадастрі і зараз. На сьогоднішній день, це є однією з актуальних проблем формування сучасного цифрового кадастру багатоцільового використання.

Вимоги до сучасного кадастру.

У 1980 році Національна Дослідницька Рада Сполучених Штатів Америки (National Research Council – NRC) надала результати досліджень «Необхідність багатоцільового кадастру», де підкреслена важливість створення ефективної кадастрової системи, здатної забезпечити управління в багатьох сферах, в першу чергу у закріпленні прав та визначенні вартості [1].

За завданням комісії «Сучасні кадастрові системи» Міжнародної асоціації землемірів у 1994 році був виконаний огляд кадастрових систем у світі та запропонована концепція «Кадастр – 2014», яка передбачала проведення кадастрового обліку нерухомого майна і реєстрації речових прав та їх обтяжень на основі відображення повної правової ситуації із об'єктами нерухомого майна, зближення земельпорядних та юридичних функцій кадастрової діяльності із заміною карт просторовими цифровими моделями та залученням технологій геоінформаційних систем [2].



Стратегія розвитку системи кадастру «Cadastre 2034 Strategy Powering Land and Real Property, March 2015», запропонована Міжурядовим комітетом з геодезії та картографії, визначила «кадастрові системи, як такі, що дозволяють людям легко та надійно ідентифікувати місцеположення, права щодо земель та іншого нерухомого майна» [3]. Було поставлено у майбутньому на меті кадастру: стати основною точкою опри для управління власниками земель та нерухомого майна; достовірним, загальнодоступним, легко візуалізованим, інтегрованим з реєстрами речових прав; високоточним динамічним цифрованим 3-d відображенням світу. З метою підвищення самоокупності кадастру запропоновано збільшити залучення приватних компаній до забезпечення кадастру під державним контролем.

Вимоги до ідентифікації об'єктів нерухомого майна у цифровому кадастрі багатоцільового використання.

Важливу роль у забезпеченні прав власників нерухомого майна відіграє ідентифікація об'єктів кадастру за допомогою захищених унікальних ідентифікаторів. Як показав виконаний аналіз, високий рівень захисту ідентифікатора забезпечує кодування на основі головних властивостей об'єкту нерухомого майна. У такому разі ідентифікатор ще стає носієм інформації, що важливо для вільного, миттєвого отримання відкритих даних та створення прозорого інформаційного простору щодо прав, обтяжень, обмежень у використанні нерухомим майном та інших ознак, які визначають його важливі для суспільства властивості. У відповідності до вимог, мети та функцій цифрового кадастру багатоцільового використання були виділені наступні головні вимоги до ідентифікації об'єктів нерухомого майна [4]:

- 1) однозначне надійне визначення об'єктів кадастру за рахунок затвердження в установленому порядку сформованого за певною методикою унікального ідентифікатора;
- 2) збереження у незмінному вигляді ідентифікаторів нерухомого майна на протязі терміну існування об'єктів кадастру із можливістю їх поділу, виділення злиття тощо;
- 3) високий ступінь захисту ідентифікатора нерухомого майна від несанкціонованого втручання;
- 4) придатність формування ідентифікатора із застосуванням сучасних цифрових технологій;
- 5) можливість подальшого розвитку системи ідентифікації об'єктів у зв'язку із появою нових видів об'єктів кадастру, комп'ютерних технологій ведення кадастру та засобів штучного інтелекту;
- 6) інформаційне навантаження ідентифікатора за рахунок використання тематичних даних, зміст яких прив'язаний до найбільш важливих властивостей об'єктів кадастру.

Ідентифікатори нерухомого майна та об'єктів у складі нерухомого майна.

Головними засобами ідентифікації нерухомого майна у чинній системі кадастрів України є кадастровий номер земельної ділянки та ідентифікатор об'єкту будівництва, закінченого будівництвом об'єкту [5]. Існують



загальноприйняті ідентифікатори нерухомого майна і у інших базах даних (Рисунок 1).

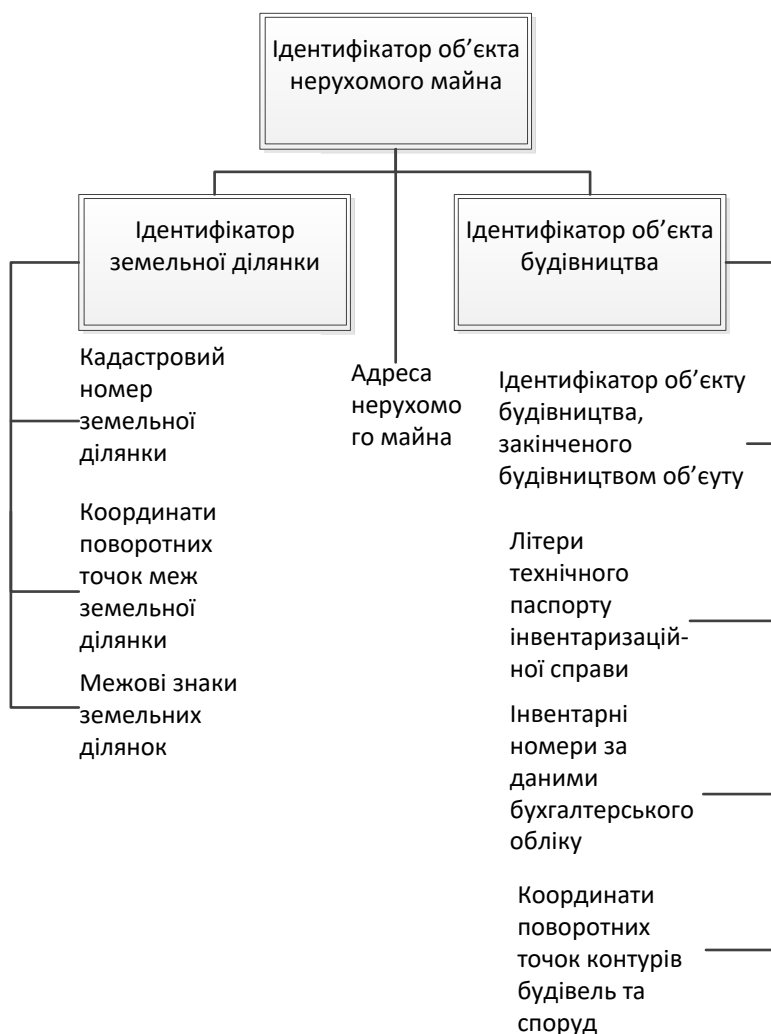


Рисунок 1 – Ідентифікатори нерухомого майна

Удосконалення ідентифікації нерухомого майна у цифровому кадастрі багатоцільового використання.

Результати аналізу ідентифікації нерухомого майна у системі кадастрів свідчать про те, що чинна система ідентифікації об'єктів кадастру забезпечує ідентифікацію земельних ділянок, але не відповідає вимогам однозначної надійної ідентифікації інших об'єктів нерухомого майна у відповідності до функцій кадастру, визначених законодавством і тому потребує удосконалення.

Важко задовольнити одночасно вимоги щодо незмінності ідентифікатора та забезпечити високу захищеність за рахунок застосування тематичних даних, які побудовані на ознаках головних властивостей нерухомості, бо останні можуть змінюватися внаслідок різного роду звичайних обставин. Однак, це можливо при застосуванні комплексного ідентифікатора із розділенням його на дві частини: постійну та змінну частину, яку можливо змінювати з часом залежно від поточного стану об'єкту кадастру.

Незмінна частина ідентифікатора нерухомого майна у цифровому кадастрі багатоцільового використання повинна ґрунтуватися на унікальних



ідентифікаторах: кадастровий номер земельної ділянки, ідентифікатор об'єкта будівництва (закінченого будівництвом об'єкта), адреса нерухомого майна, універсальний унікальний ідентифікатор або глобальний унікальний ідентифікатор та унікальний ідентифікатор будівель. Використання одного або декількох із цих унікальних ідентифікаторів у складі комплексного ідентифікатора можливе в залежності від складу об'єкта нерухомого майна, його функцій та місця розташування (Таблиця 2).

Таблиця 1

Система унікальних ідентифікаторів об'єктів нерухомого майна

Ідентифікатор об'єкту нерухомості	Код ідентифікатора
Кадастровий номер земельної ділянки	NL
Ідентифікатор об'єкта будівництва (закінченого будівництвом об'єкта);	IB
Адреса нерухомого майна	AD
Універсальний унікальний ідентифікатор UUID	UI
Глобальний унікальний ідентифікатор GUID	GI
Унікальний ідентифікатор будівель UBID	UB
Назва вулиці (лінійні об'єкти транспортної інфраструктури)	NS
Індекс та номер дороги (лінійні об'єкти транспортної інфраструктури)	NR

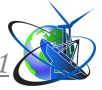
Таблиця 2

Унікальні ідентифікатори нерухомого майна

Категорія земель	Об'єкти будівництва	Місце розташування	Унікальні ідентифікатори
Землі сільськогосподарського призначення	Земельна ділянка незабудована	За межами населеного пункту	NL, UI (GI)
Землі сільськогосподарського призначення	Земельна ділянка незабудована	У межах населеного пункту	NL, UI(GI), AD
Землі сільськогосподарського призначення	Земельна ділянка забудована, будинок	За межами населеного пункту	NL, UI(GI), IB, UB
Землі сільськогосподарського призначення	Земельна ділянка забудована, споруда	За межами населеного пункту	NL, UI(GI), IB, UB
Землі житлової та громадської забудови	Земельна ділянка незабудована	У межах населеного пункту	NL, UI(GI), AD
Землі житлової та громадської забудови	Земельна ділянка забудована, будинок	У межах населеного пункту	NL, UI(GI), AD, IB, UB

Висновки.

Було розглянуто формування комплексного унікального ідентифікатора об'єктів нерухомого майна у цифровому кадастрі багатоцільового використання, який складається із постійної частини на основі унікальних ідентифікаторів та перемінної частини, яка містить закодовані ознаки головних властивостей об'єктів.

**Література:**

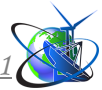
1. A Multipurpose Cadastral Framework for Developing Countries-Concepts/ Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries 58(4):1-16.- 2013. p.16.
2. Williamson I. Land administration for sustainable development / Ian Williamson, Stig Enemark, Jude Wallace, Abbas Rajabifard. – Esri Press. 2010, 506 p.
3. Cadastre 2034. Powering land. Land & Real Property. Cadastral Reform and Innovation for Australia - A National Strategy. Consultation document. April 2014. [Електронний ресурс]: <https://www.sagi.co.za/documents/>(дата звернення 21.06.2018).
4. Кірічек Ю.О. Кадастровий облік нерухомості в Україні / Ю.Кірічек, В.Гряник. – 24 Міжнар. наук.-техн. конф. GEOFORUM'2019. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – С. 29.
5. Порядок ведення Державного земельного кадастру. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. №1051 [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-п#n274>

Abstract. *Ukraine had no registration of real estate in the cadastre during Soviet history. Now the State Land Cadastre uses the cadastral number of land plots and there is no identifier other real estate. To meet the needs of the multipurpose digital cadastre, the structure of a complex real estate identifier of two parts is proposed. For the first constant part, unique identifiers are proposed depending on the composition of real estate. It is proposed to form the second variable part of the identifier from the coded features of the main properties of real estate.*

Key words: *cadaster, real estate, unique identification.*

Стаття відправлена: 08.02.2021р.

© Гряник В.



УДК 624.21.095:539.3

**FEATURES OF SLIDING STRUCTURES DESIGN OF BRIDGES
REINFORCED WITH COMPOSITE MATERIALS**
**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛИТ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ,
АРМОВАНИХ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ**

Tsybulskyi V.M. / Цибульський В.М.

ORCID: 0000-0003-3150-3965

Kharchenko A.N. / Харченко А.М.

с.т.с., ас. проф. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-8166-6389

National Transport University, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka, 1, 01010

Національний транспортний університет, Київ, Омеляновича-Павленка, 1, 01010

Анотація. У статті розглянуто особливості проектування плит прогонових будов мостів, армованих композитними матеріалами. Згідно закордонного досвіду несуча здатність плит прогонових будов мостів, армованих BFRP стержнями визначається за допомогою рівнянь при штамповому навантаженні з врахуванням напружень зсуву, що відповідає сучасним світовим стандартам. Встановлено, що основною структурною дією плит, які протистоять концентрованим навантаженням колеса, є не згинання, як традиційно вважається, а складний внутрішній напружений стан, пов'язаний із деформаціями зсуву.

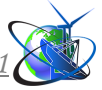
Ключові слова: плити прогонових будов, композитні матеріали, напруження, міцність, автодорожні мости.

Вступ.

В Україні переважно проектний строк служби залізобетонних автодорожніх мостів становить до 70 років. Враховуючи те, що більшість з них була побудована 50–60 років назад з проектною інтенсивністю руху та граничному навантаженні, які не відповідають вимогам сьогодення, це прискорює фізичний знос конструктивних елементів прогонових будов та дорожнього одягу мостів. Крім того, основними причинами деградації залізобетонних плит є процеси корозії сталевих арматур, втрата об'єму робочої частини та незадовільний стан компенсаційних швів на опорах. Збільшення ваги великогабаритної техніки спричиняє надмірне навантаження на дорожній одяг та захисний шар армобетонних конструкцій мостів, що призводить до виникнення тріщин в бетоні, через які сталеві арматури піддаються впливу агресивного зовнішнього середовища.

Традиційно основними напрямками вирішення зазначених проблем прийнято вважати обробку сталевих арматур антикорозійними матеріалами та використання вискоєфективного бетону. Проте, як показали дослідження, ці заходи не можуть в повній мірі усунути проблему корозії сталевих арматур в дорожньому одязі автодорожніх мостів.

Проте, перспективним напрямком є застосування інноваційних будівельних матеріалів у дорожньому будівництві, до яких, зокрема, відносяться сучасні волокнисті композитні матеріали, зокрема, базальтові, що використовуються для армування бетонних конструкцій дорожнього одягу мостів.



Метою статті є виконання аналізу особливостей проектування плит прогонових будов мостів, армованих композитними матеріалами.

Основна частина.

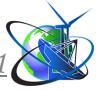
Полімери, зміцнені базальтовим волокном (BFRP), є найновішими композитами FRP розробленими протягом останніх десятиліть. Вивченню їх механічних властивостей та роботи у якості арматури в бетонних конструкціях присвячені дослідження Sim [1], Banibayat and Patnaik [2], Brik [3], Dhand [4]. В роботах Wu [5] визначена енергозберігаюча, екологічна властивості базальтового полімеру, а Brik [3], Sim [1], Deák, Czigány [6], Scheffler [7], Morozov [8] відзначили стійкість базальтової арматури до екстремальних температур та окисленого середовища. Однак, в дослідником Sim [1] відзначено, що як і GFRP, BFRP має низький модуль пружності відносно сталі та зазнає деградації від розчинів лугів.

Базальтові волокна також мають кращі втомні характеристики [5]. Wu та його послідовники оцінили роботу арматури BFRP в напруженому і ненапруженому станах при дії чотирьох типів імітованих агресивних середовищ: лужний розчин, сольовий розчин, розчин кислоти та деіонізованої води при 25, 40 та 55 ° C. Також був проведений мікроструктурний аналіз за допомогою електронного сканування (мікроскопії SEM) для виявлення механізму деградації арматури BFRP в лужному середовищі. Залишкова міцність на розрив ненапруженої арматури BFRP, на яку впливали лужним розчином, була використана для прогнозування довгострокових показників на основі теорії Арреніуса. Результати показали, що вплив кислоти, солі та деіонізованої води на міцність арматури BFRP був менший ніж дія лужного розчину. Було встановлено, що механізм деградації конструкцій армованих BFRP прискорюється при напруженні понад 20% від граничного.

Sim, Park, Moon [1] досліджували довговічність та ефективність роботи арматури з волокон базальту, скла, і вуглецю при підвищених температурах. Дослідники відзначили, що при зануренні базальтових та скляних волокон в розчин лугу з часом відбувається втрата міцності, але вуглецеве волокно не показало значного зниження міцності. Тим не менше, базальтове волокно зберігало свою об'ємну цілісність і 90% своєї міцності після впливу температури понад 600 ° C протягом 2 годин.

Дослідники під керівництвом професора Mingchao [9] вивчали хімічну міцність та механічні властивості базальтового волокна в структурі арматури, яку виготовлено з використанням різних типів епоксидних смол. Експериментальні результати показали, що після того, як арматуру BFRP піддавали дії розчинів лугів протягом 3 місяців, модуль пружності залишався незмінним, хоча міцність зменшувалась на 40%.

Li [10] вивчав довговічність та зносостійкість арматури з базальтового волокна, що піддається впливу гігротермічного середовища та лужних речовин. Відкриті базальтові волокна (необроблені смолою) занурені в ці середовища, як виявилось, втрачають фізико-механічні характеристики при розтягуванні внаслідок значної корозії матеріалу за SEM. Але, оброблена арматура BFRP смолами показала вищу міцність, коли її піддають впливу таких же умов. Дані



дослідження були спрямовані на оцінку довгострокової довговічності арматури BFRP в умовах впливу лужного середовища, що імітує вологий бетон в різних температурних умовах. Оскільки BFRP на момент проведених досліджень ще не були включені до стандартів та специфікацій проектування, результати цього експериментального дослідження були запропоновані науковцями для вдосконалення стандартів та норм з використання неметалевої арматури.

Науковці Sudha, Mohan вивчали фізико-механічні властивості, такі як міцність на стиск, міцність на розрив базальтового армобетону в заземленні балочної конструкції [11]. Поведінка з'єднання балки з вмістом базальтового волокна 0,75%, 1% та 1,25% була досліджена при циклічному навантаженні. Результати показали, що з'єднання балок демонструють кращі показники завдяки додаванню базальтових волокон. Дослідження вказують, що додавання базальтового волокна підвищує міцність на згин, стиск, розтягання на розрив і в'язкість бетону. Також це зменшить розмір розкриття тріщин під час експлуатації таких конструкцій [11].

Роботи Rathod, Gonbare, Pujari присвячені вивченню міцності при згинанні та міцності на стиск залізобетонних конструкцій з базальтовим волокном. При дослідженні використовувалися зразки з вмістом базальтового волокна 1% і 2%. Результати показують, що міцність на згинання та міцність на стиск зразків з базальтовим волокном вища в порівнянні із звичайним бетоном. Крім того, завдяки додаванню 2% волокна, 14-денна міцність на згинання зросла приблизно з 40% до 50%, а міцність на стиск за 28 днів зросла приблизно з 83% до 92% [12].

Kishore, Mounika, Maruthi, Narikrishna у своїх дослідженнях зосереджували увагу на впливі вмісту базальтового заповнювача та його поєднанні з іншими наповнювачами у бетонній суміші. У цьому дослідженні використовували різні процентні комбінації базальтового та вапнякового заповнювачів. Для оцінки характеристик базальтового заповнювача в бетонних сумішах проводили випробування міцності на стиск, оброблюваність, питому вагу та тести на стирання. Результати показали, що бетонна суміш із базальтовим заповнювачем є більш працездатною та має більшу міцність, ніж з вапняковим заповнювачем [13].

Наукові дослідження Lokesh, Gokilapriya Dharshini, Suresh присвячені оцінці експлуатаційних характеристик сталевий арматури та базальтової арматури в бетонних балках. Були проведені випробування для визначення згинальної та зсувної здатності балки. З порівняльного дослідження балок було встановлено, що конструкції з базальтовою арматурою демонструють менший прогин і мають вищу міцність при згинанні та жорсткість, ніж балки зі сталевими арматурними стержнями. Поєднання базальтової арматури та бетону також мають відмінні між зв'язкові характеристики. Результати випробувань підтверджують, що базальтова арматура може бути використана як відмінна альтернатива сталевій у бетонних балках [14].

М. Урбанський визначив недоліки та переваги використання базальтової арматури в бетонних конструкціях. У його дослідженнях виконано порівняння характеру прогину та розкриття тріщин для балок армованих базальтовою та



сталевою арматурою. Було встановлено, що руйнування базальтової армованої балки не відбулося раптово, і вона має значно більший прогин порівняно зі сталевою через нижчий модуль пружності базальтової арматури. Крім того, середня ширина тріщин в 3-4 рази перевищує значення у порівнянні із сталевою армованою балкою. Це дослідження також вказує на те, що прогин і ширина тріщини є основними факторами, які слід враховувати при проектуванні балочно-плитних конструкцій армованих базальтовою арматурою [15].

Т. Hulin досліджував вплив сітки з базальтової арматури на пожежну поведінку тонких високоефективних бетонних плит. Ефективність зразків із базальтовою арматурою порівнювали із зразками, що не мають сіток, зразками із сталевою сіткою та зразками, що мають структуру сандвіча. Результати випробувань показали, що зразки з базальтовою арматурною сіткою мають кращу стійкість до високих температур і це зменшує можливість відшарування шарів конструкції [16].

В країнах СНГ перші випробування базальтових волокон у якості армуючого компоненту бетону були здійснені наприкінці 1950-х років, на основі яких було встановлено, що цемент з додаванням волокон оброблених полімерними матеріалами ефективно стійкий до лужного середовища [17, 18]. Однак, дослідження фізико-механічних характеристик та виробництво стержнів BFRP розпочалось лише в 1990-х роках [19].

В Європі, США та Японії були проведені дослідження стійкості до лугів арматури BFRP Sim [1] та Lipatov [20]; міцності, термостійкості, стійкості до високих температур та стійкості до горіння у бетоні Borhan та Bailey [21]; термічна деформація газобетону BF Sinica [22]; звичайні механічні властивості бетону з високим вмістом BF Ayub [23]; зносо- та корозійна стійкість BFRC фірмою Kabaу [24].

У Китаї в 1978 р. Нанкінський інститут скловолокна [25] вперше запропонував використовувати базальт для отримання стійких до лугів волокон, що покращують бетон. Shen та його послідовники [26] провели експериментальне дослідження BF щодо стійкості до лугу. У 1980 р. Du [27] узагальнив виконані раніше дослідження у нормативному документі Китаю.

Поведінка мостових плит на сталевих прогонових будовах металоконструкцій була досліджена науковцями Hewitt, Batchelor, Perdikaris, Beim, Kuang, Morely та іншими [28]. Поведінку плит, зміцнених скло- та вуглецево-стержневими решітками вивчали Hassan, El-Salakawy, Chen, Davalos, Ray та ін. [28]. Встановлено, що основною структурною дією плит, які протистоять концентрованим навантаженням колеса, є не згинання, як традиційно вважається, а складний внутрішній напружений стан, пов'язаний із деформаціями зсуву (рис.1).

Механізм зсуву створює внутрішнє напруження, що є причиною деформації. Несна здатність плит прогонових будов мостів, армованих BFRP стержнями визначається за допомогою рівнянь при штамповому навантаженні з врахуванням напружень зсуву згідно стандартів CSA (2012) та ACI (2006).

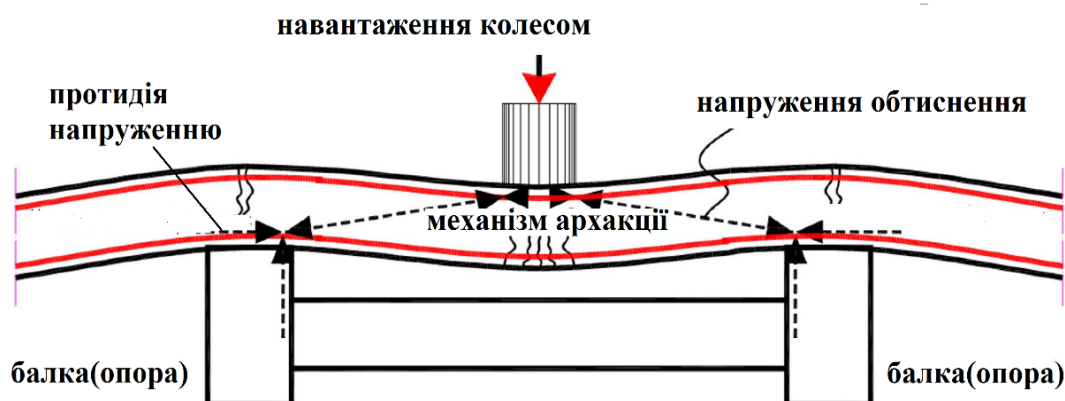


Fig. 1. Робота плити мосту під дією критичного навантаження

Source: [32]

Міцність на зсув при штамповому навантаженні згідно з CSA (2012) визначається найменшою величиною отриманою з рівнянь (1) - (3):

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \cdot \left[0.028 \cdot \lambda \cdot \phi_c \cdot (E_f \cdot \rho_f \cdot f_c')^{\frac{1}{3}}\right] \cdot b_0 \cdot d, \quad (1)$$

$$V_c = \left[\left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_0}\right) + 0.19\right] \cdot 0.147 \cdot \lambda \cdot \phi_c \cdot (E_f \cdot \rho_f \cdot f_c')^{\frac{1}{3}} \cdot b_0 \cdot d, \quad (2)$$

$$V_c = 0.056 \cdot \lambda \cdot \phi_c \cdot (E_f \cdot \rho_f \cdot f_c')^{\frac{1}{3}} \cdot b_0 \cdot d, \quad (3)$$

де f_c' – міцність бетону на стиск;

E_f – модуль пружності бетону;

b_0 – периметр критичного перерізу на відстані $d/2$ від зосередженого навантаження;

d – відстань від поверхні розтягнутої зони плити до осі розміщення арматури, яка сприймає навантаження;

λ – коефіцієнт, який враховує щільність бетону;

α_s – коефіцієнт, який враховує розміщення та тип операння;

β_c – коефіцієнт, який враховує відношення сторін плити відносно зосередженого навантаження (коефіцієнт зони реакції).

Згідно ACI (2006) для розрахунку зусиль зсуву при штамповому навантаженні бетонних плит, армованих FRP прутками або сітками, використовується рівняння (4). Це рівняння враховує вплив жорсткості арматури на міцність бетонних плит при штамповому навантаженні з врахуванням напружень зсуву:

$$V_c = \frac{4}{5} \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot c \quad (4)$$

$$k = \sqrt{2 \cdot \rho_f \cdot n_f + (\rho_f \cdot n_f)^2} - \rho_f \cdot n_f \quad (5)$$

де c – глибина нейтральної осі (мм); $c = k \cdot d$;

n_f – модульне співвідношення.



Порівняльний аналіз результатів розрахунку зусиль за рівняннями АСІ (2006) при штамповому навантаженні та середніми експериментальними даними показав співвідношення 1,77 між отриманими значеннями. Подібний результат також був отриманий для плит прогонових будов GFRP-RC (Bouguerra et al. 2011) та двосторонніх плит (Dulude et al. 2013). Отримані результати за рівняння CSA (2012) показали більш точне співпадіння з експериментальними даними та мали співвідношення 1,04. Dulude (2013), Хасан (2013а, б) та їх послідовники довели, що рівняння згідно CSA (2012) дають точні розрахунки міцності при штамповому навантаженні плит FRP-RC. Таким чином, можна зробити висновок, що за даними стандартами проектування підтверджується адекватність методики прогнозування поведінки бетонних плит з армуванням BFRP та іншими видами арматури FRP.

Висновки.

1. Основними причинами руйнування залізобетонних плит є корозія сталевих арматур, втрата об'єму робочої частини та незадовільний стан компенсаційних швів на опорах.

2. Для вирішення досліджених причин руйнування армобетонних конструктивних елементів у світі прийнято застосовувати композитну арматуру, що може бути виготовлена з суцільних волокон скла (GFRP), базальту (BFRP), арамиду (AFRP), вуглецю (CFRP) або комбінації цих матеріалів (гібридні FRP), які просочені та зв'язані смолою.

3. Останнім часом у світовій практиці одним з прогресивних композитних матеріалів вважається базальт. Посилення базальтовою арматурою балочно-плитних систем може бути використане як для будівництва нових, так і для зміцнення старих (існуючих) автодорожніх мостів. Проте, це твердження вимагає подальшого дослідження поведінки армобетонних конструктивних елементів з використанням композитних матеріалів для чого необхідно провести аналіз існуючих методів та моделей.

References

1. Sim, J., Park, Cheolwoo, Moon, Do Young, 2005. Characteristics of basalt fiber as a strengthening material for concrete structures, Composites, Part B, 2005. Pp. 504-512. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2005.02.002>
2. Banibayat, P. and Patnaik, A. Creep Rupture Performance of Basalt Fiber Reinforced Polymer (BFRP) Bars. ASCE Journal of Aerospace Engineering, 28 (3), 2015. Pp. 401-407. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AS.1943-5525.0000391](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000391)
3. Bakis, C., Bank, L., Brown, V., Cosenza, E., Davalos, J., Lesko, J., Machida, A., Rizkalla, S., and Triantafillou, T. Fiber-Reinforced Polymer Composites for Construction—State-of-the-Art Review. ASCE Journal of Composites for Construction, 6 (2), 2002. Pp. 73–87. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0268\(2002\)6:2\(73\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0268(2002)6:2(73))
4. Dhand, V., Mittal, G., Rhee, K.Y., Park, S.J., and Hui, D. A Short Review on Basalt Fiber Reinforced Polymer Composites. Journal of Composites Part B: Engineering, 2015. Pp. 166–180. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2014.12.011>



5. Wu, G., Wang, X., Wu, Z., Dong, Z., and Zhang, G. Durability of Basalt Fibers and Composites in Corrosive Environments. *Journal of Composite Materials*, 49 (7), 2015. Pp. 873–887. URL: <https://doi.org/10.1177/0021998314526628>
6. Deák, T., and Czigány, T. Chemical Composition and Mechanical Properties of Basalt and Glass Fibers: A Comparison. *Textile Research Journal*, 79 (7), 2009. Pp. 645–651. URL: <https://doi.org/10.1177/0040517508095597>
7. Scheffler, C., Förster, T., Mäder, E., Heinrich, G., Hempel, S., Mechtcherine, V. Aging of Alkali-Resistant Glass and Basalt Fibres in Alkaline Solutions Evaluation of the Failure Stress by Weibull Distribution Function. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2009. Pp. 2588–2595. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2009.09.018>
8. Morozov, N.N., Bakunov, V.S., Morozov, E.N., Aslanova, L.G., Granovskii, P.A., Prokshin, V.V. and Zemlyanitsyn, A.A.. Materials Based on Basalt from the European North of Russia. *Journal of Glass Ceram*, 2001. Pp. 100–104. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1010947415202>.
9. Mingchao, W., M., Zuoguang, Z., Yubin, L., Min, L., and Zhijie, S. (2008). Chemical Durability and Mechanical Properties of Alkali-Proof Basalt Fiber and Its Reinforced Epoxy Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 2008.27 (4), Pp. 393–407. URL: <https://doi.org/10.1177/0731684407084119>
10. Li, H., XIAN, G., Ma, M., and WU, Durability and Fatigue Performances of Basalt Fiber/Epoxy Reinforcing Bars. *Proceedings of the 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE)*, Rome, Italy, 2012. pp.8-32. URL: https://www.iifc.org/proceedings/CICE_2012/11_Durability%20and%20LongTerm%20Performance/11_140_Li,Xian%20et%20al_DURABILITY%20AND%20FATIGUE%20PERFORMANCES%20OF%20BASALT%20FIBER.pdf.
11. Sudha. C, and Mohan. G. S, Behaviour of fibre reinforced concrete using basalt fibre in beam column joint under cyclic loading, *ARPJ Journal of Engineering and Applied Science*, 2019. Volume 14, ISSN 1819-6608. URL: https://www.researchgate.net/publication/333386589_Behaviour_of_fibre_reinforced_concrete_using_basalt_fibre_in_beam_column_joint_under_cyclic_loading
12. N. Rathod, M. Gonbare, and M. Pujari, Basalt Fiber Reinforced Concrete, *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN (Online): 2319-7064. Pp.25-45. URL: <https://www.ijsr.net/archive/v4i5/SUB154134.pdf>
13. Kishore. S, Mounika. L, Maruthi. P, and Harikrishna, “Experimental study on the use of basalt aggregate in concrete mixes”, *SSRG International Journal of Civil Engineering*, 2015. Volume 12, issue 4. URL: https://www.researchgate.net/publication/288087227_Experimental_study_on_the_use_of_basalt_aggregate_in_concrete_mixes
14. S. Lokesh, R. Gokilapriya Dharshini, and G. Suresh, Experimental Comparative Study on Basalt and Steel Reinforcement in RC Beam. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology* Print ISSN: 2349-8404; Online ISSN: 2349-879X; Volume 2, Number 7; April-June, 2015. Pp. 626-629. URL: https://www.krishisanskriti.org/vol_image/08Jul2015020740102%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20S%20Lokesh%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20626-629.pdf



15. M. Urbanski, A. Lapko, A. Garbacz, Investigation on Concrete Beams Reinforced with Basalt Rebars as an Effective Alternative of Conventional R/C Structures , 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST, 2013, Procedia Engineering 57. Pp. 1183 – 1191. URL: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.149>
16. T. Hulin, Hodicky. Kamil. Schmidt, J. Wittrup, Nielsen, J Henrik, Stang, Henrik, Fire performance of basalt FRP mesh reinforced HPC thin plates, In Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS 2013) Swinburne University of Technology. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Fire-performance-of-basalt-FRP-mesh-reinforced-HPC-HulinHodicky/c14912e0a19619a953f1f2dc7b396ebc855fafc0>
17. D. X. Hao, The progress of basalt fiber and its product technology abroad, China Building Materials Science and Technology, 1990. Vol. 3. Pp. 84-85.
18. Y. H. Gu, Alkali resistant mineral fiber, Fiber Glass, 1978. Vol.4. Pp. 32–42.
19. Chen, Y., J. F. Davalos, & I. Ray. Durability Prediction for GFRP Reinforcing Bars Using Short-Term Data of Accelerated Aging Tests. Journal of Composites for Construction, 10(4), 2006. Pp. 279–286. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0268\(2006\)10:4\(279\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0268(2006)10:4(279)).
20. Y. V. Lipatov, S. I. Gutnikov, M. S. Manylov, E. S. Zhukovskaya, and B. I. Lazoryak, High alkali-resistant basalt fiber for reinforcing concrete. Materials and Design, 2015. Vol. 73. Pp. 60–66. URL: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.02.022>
21. T. M. Borhan and C. G. Bailey, Modelling basalt fibre reinforced glass concrete slabs at ambient and elevated temperatures, Materials and Structures, 2014. Vol. 47, no. 6. Pp. 999–1009. URL: <https://doi.org/10.1617/s11527-013-0109-2>
22. M. Sinica, G. A. Sezeman, D. Mikulskis, M. Kligys, and V. ˇ Cesnauskas, Impact of complex additive consisting of continuous basalt fibres and SiO₂ microdust on strength and heat resistance properties of autoclaved aerated concrete. Construction and Building Materials, 2014. Vol. 50. Pp. 718–726. URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.027>
23. T. Ayub, N. Shafiq, and M. F. Nuruddin, Effect of chopped basalt fibers on the mechanical properties and microstructure of high performance fiber reinforced concrete. Advances in Materials Science and Engineering, 2014. Vol. 2, Article ID 587686, Pp.1-14. URL: <https://doi.org/10.1155/2014/587686>
24. N. Kabay, Abrasion resistance and fracture energy of concretes with basalt fiber, Construction and Building Materials, 2014. Vol. 50. Pp. 95–101. URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.040>
25. Nanjing Fiberglass Research and Design Institute, Melt mineral wool slag with containing titania, Fiberglass, 1978. Vol. 1. Pp. 6-10. URL: <https://www.allproducts.com/manufacture99/fiberglasschina/>
26. R. X. Shen, Improving durability of glass fiber in cement-base materials, Journal of the Chinese Ceramic Society, 1978. Vol. 6, no. 3, Pp. 199–213. URL: <http://www.jccsoc.com/EN/>
27. S. Q. Du, “Prospects for development and applied range of basalt fiber,” Fiberglass, 1980. Vol. 4, ,Pp. 49-53.



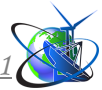
28. Marek Urbanskia, Andrzej Lapkob, Andrzej Garbaczc Investigation on Concrete Beams Reinforced with Basalt Rebars as an Effective Alternative of Conventional R/C Structures. 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013. Procedia Engineering 57, 2013. Pp. 1183 – 1191. URL: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.149>

Abstract. *The article considers the peculiarities of designing slabs of bridges girder structures reinforced with composite materials. According to foreign experience, the bearing capacity of girder slabs of bridges reinforced with BFRP rods is determined using the equations under stamp load, taking into account shear stresses, which meets modern world standards. It is established that the main structural action of the slabs, which withstand the concentrated load of the wheel, is not bending, as is traditionally believed, but a complex internal stress state associated with shear deformations. Also, studies have confirmed the adequacy of existing standards. At the same time, the study of the behavior of FRP-reinforced slabs continues due to insufficient historical data on their practical use.*

Key words: *slabs of girder structures, composite materials, stress, strength, road bridges.*

Article submitted: 14.02.2021

© Tsybulskyi V.M.,
Kharchenko A.M.



LOGISTICS SUPPORT OF PRODUCTION ACTIVITY IN CONSTRUCTION ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ

Boginska L.O. / Богінська Л. О.

Ph.D., assistant prof./ к.е.н., доцент

ORCID: 0000-0001-8635-7980

Sumy National Agrarian University, Sumy, 160 Herasym Kondratiev, Sumy, 40021

Сумський національний аграрний університет,

Суми, вул. Герасима Кондратьєва, 160, 40021

Анотація. У статті розглядаються особливості напрямків розвитку логістики в будівництві України в сучасних умовах господарювання. Логістичні процеси, підпорядковуючись досягненню основних цілей підприємства, не є самостійною сферою діяльності, але здатні суттєво вплинути на організацію виробництва підприємства. Логістика вимагає реалізації послідовних і розгорнутих в просторі й часі заходів, які одночасно є сукупністю необхідних соціально-економічних, організаційно-технічних, інформаційних, правових, кадрових та інших передумов повноцінного функціонування виробничих структур.

Метою статті є осмислення теоретичних положень і вироблення практичних рекомендацій щодо логістичного забезпечення виробничої діяльності в будівництві.

Дослідження спирається на фундаментальність праць вітчизняних і зарубіжних вчених в області логістики. Методологічною основою стала модель, яка дає загальне уявлення про якість логістичних операцій.

У статті знайшов обґрунтування наступний висновок: логістична діяльність, здійснюючи управління основними і супутніми потоками, спрямована на оптимізацію поставок ресурсів підприємству. Ефективність логістичного забезпечення діяльності будівельного підприємства виступає як сукупний результат, який враховує: доставку потрібних (замовлених) матеріалів нормативної якості; забезпечення ресурсами в необхідній кількості; в конкретно визначений час; в призначену точку і з мінімально понесеними витратами. Пріоритетним стає вирішення проблеми якості логістичного процесу, що відноситься до його здатності задовольнити замовлені постачальницькі послуги та ступінь відповідності очікуванням споживача (будівельної організації).

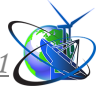
Ключові слова: розвиток логістики, будівельна діяльність.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Не викликає заперечень той факт, що якість організації робіт усього будівельного циклу повинна відповідати світовим стандартам та критеріям. Цього неможливо досягти без логістичного забезпечення будівельної діяльності.

Однак будівельний сектор економіки в ринкових умовах не зміг в необхідній мірі пристосуватися до нових товарно-грошових відносин, важко сприймає процеси комерціалізації. Тому багато вимог та очікувань суспільства залишаються нереалізованими.

Крім того, будівництво виявилось вельми чутливим до загальної економічної кризи і само знаходиться в кризовому стані. І хоча з початком економічних реформ в будівельній галузі намітилися позитивні тенденції, а саме: підвищилася якість і розширився асортимент будівельної продукції та будівельних послуг, застосовуються нові технології і будівельні матеріали, утворився ринок нерухомості, сформувалося конкурентне середовище, проблеми галузі вимагають вирішення на якісно новому організаційно-



економічному рівні, використовуючи нові принципи і методи, в тому числі і логістики [1], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Постановка завдання.

Метою статті є дослідження логістичного забезпечення виробничої діяльності будівельних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Положення сучасних процесів організації і управління будівельним виробництвом враховують концептуальні підходи і методи логістики та з успіхом впроваджуються в практику ефективно функціонуючих підприємств. Скорочення циклу виробництва, зменшення виробничих запасів є головною метою логістики.

Логістикою постачання вважається закупівля максимальної кількості матеріальних ресурсів для ведення певного виду діяльності.

Логістика виробництва виступає як пошук додаткових приміщень для зберігання виробничих ресурсів. Логістика підприємства = логістика постачання + логістика виробництва + логістика збуту [5] (рис.1)

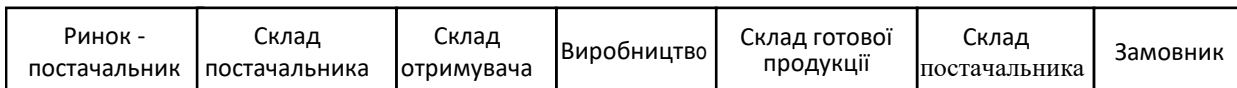


Рис. 1. Логістика підприємства

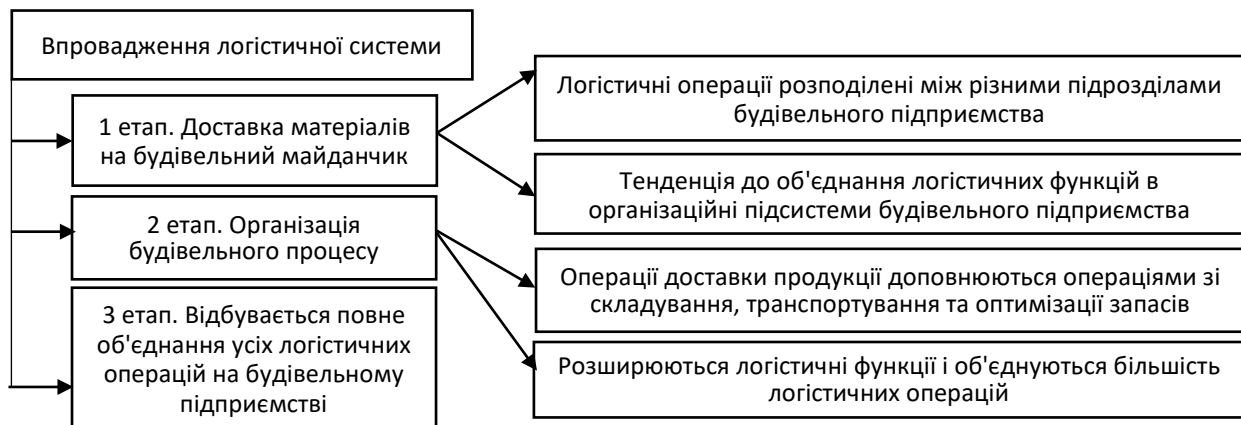
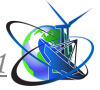


Рис. 2. Впровадження логістичної системи на будівельному підприємстві (* складено автором)

Логістика будівництва різниться своїми специфічними рисами. Логістичний супровід має бути спрямований на весь будівельний цикл - від складання проекту до виходу з продукцією на ринок нерухомості. Логістизація будівельного виробництва створює умови для оптимізації будівельного потоку (рис. 2) [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Необхідною і достатньою умовою логістизації є формування потоку, оскільки логістика відображає рух і динамізм економічних процесів. Різноманіття форм руху дозволяє інтерпретувати потік в широких межах, оскільки будь-якими змінами в просторі і в часі є рух. Зміст і структура логістичного забезпечення в будівництві визначається його специфікою. Існують галузеві особливості, які як чинники впливають на логістику



будівництва. Доречно зазначити, що протиріччя між потоком і нерухомістю долається відносністю руху - в даній ситуації має місце специфічний логістичний потік, а саме: потік власників чи орендарів цієї нерухомості [2].

На нашу думку, для розвитку логістики будівництва необхідно враховувати наступне: 1) будівельна продукція є багатоаспектною, схильною до активної диверсифікації, виступає як засоби виробництва і предмети споживання в залежності від її використання юридичними та фізичними особами; 2) сутність логістизації будівництва полягає в потоковій концепції; 3) будівельний цикл є логістичною системою, а етапи цього циклу - ланки цієї системи; 4) стосовно будівництва існують складові інфраструктури - виробнича, соціальна, інституціональна; 5) логістика відіграє важливу роль в професіоналізмі персоналу будівельних фірм (підприємств); 6) господарські зв'язки в будівництві є безліччю потоків; 7) елементарним блоком в логістичному забезпеченні є: «постачання - запаси - транспортування - збут»; 8) суб'єкти будівельного комплексу повинні функціонувати як саморегульовані системи на основі взаємозв'язку вхідних і вихідних потоків, для чого пропонується логістична інформаційна мережа; 9) система мережевого планування та управління (СПУ) є моделлю і інструментом логістичного забезпечення будівництва; 10) методичні підходи до оцінки ефективності логістичного забезпечення є багатокритеріальними з енергетичною дією [4].

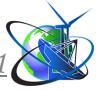
В умовах кризи багато будівельних компаній шукають шляхи виходу з нього з найменшими для себе втратами. В якості одного з напрямків, що сприяє «виживанню» будівельного підприємства є використання логістики в виробництві (рис.3).

Кожен етап (блок) містить ряд процедур [12]. Для прикладу: для першого етапу пропонуються наступні процедури: формування команди, в яку відбираються спеціалісти, що відповідають спеціальним вимогам (аналітичний склад розуму, досвід управлінської діяльності, вміння працювати в команді тощо); попередня підготовка членів команди (вивчення методики проведення аналізу, ознайомлення з результатами оцінки та рівня розвитку логістичних ланцюгів в минулі періоди); побудова дерева цілей розвитку логістичних схем через командні дії; формування стратегії розвитку будівельного виробництва з урахування логістичного супроводу (регіону, підприємства). Таким чином процедури прописані для кожного блоку. Розроблений алгоритм є універсальним і може бути застосований як для управління розвитком будівельної галузі регіону, так і для управління розвитком виробництва будівельного підприємства.

Висновки та пропозиції.

Будівництво є системою, що об'єднує сукупність взаємопов'язаних і взаємообумовлених потоків, а саме: потоки інформації, матеріально-технічних і фінансових ресурсів тощо.

Особливість логістики в будівництві пов'язана з тим, що будівельна організація рідко є «господарем» логістичного процесу. Вона розглядається як споживач в логістичних системах. Для будівельної організації велика частина операцій при виконанні логістичних функцій транспортування, складування,



управління запасами і закупівлями є допоміжними процесами.

На нашу думку саме в будівельній індустрії логістика здатна показати найбільший ефект, оскільки навіть короточасна перерва в будь-якому будівництві через збій в постачанні може привести до проблем і економічних втрат.

В подальших наших дослідженнях маємо за мету проаналізувати логістичні витрати у складі будівельних кошторисів.

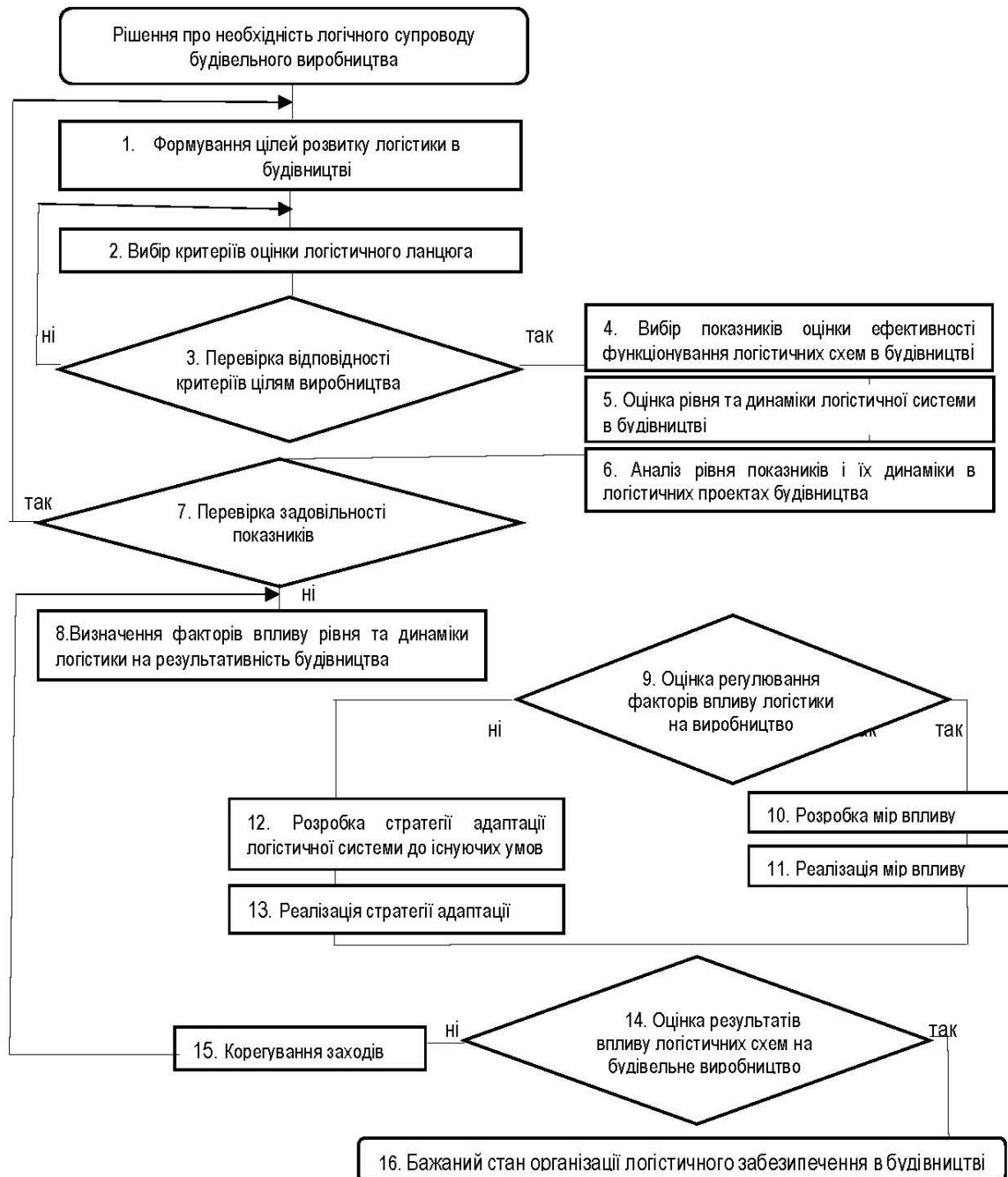


Рис. 3 – Блок-схема алгоритму управління розвитком логістики в будівництві (розроблено автором)

Література:

1. Богінська Л.О. Визначення стратегії розвитку будівельного



підприємства. Електронний науково-практичний журнал «Інфраструктура ринку», випуск 30, Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій, м. Одеса, 2020. С.123-127.

2. Кислий В.М., Біловодська О.А., Олефіренко О.М., Соляник О.М. Логістика: Теорія та практика: Навч. посіб. – К: Центр учбової літератури, 2010. – 360 с.

3. Новопісна К. Управління логістичними витратами на українських підприємствах / К. Новопісна // Схід. – 2011. – № 2 (109). – С. 52–57.

4. Чухрай, Н. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики: монографія / Н. Чухрай, О. Гірна. – Львів: «Інтелект-Захід», 2017. – 237 с.

5. Яковлев А. І. Удосконалення методичних засад управління витратами на промислових підприємствах / А. І. Яковлев // Економіка. Фінанси. Право. – 2014. – № 7. – С. 17–19.

6. Толбатов А.В. Научное окружение современного человека: Образование и воспитание, Философия, Культура и искусство, Юриспруденция, История, Архитектура и строительство : монография / [авт.кол. : И.Я.Львович, Ю.П.Олексин, А.П.Преображенский, А.В.Толбатов, О.Н.Чопоров и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2018 – 169 с.

7. Толбатов А.В. Інноваційна наука, освіта, виробництво і транспорт: техніка і технології, інформатика, транспорт, архітектура: монографія / [авт.кол. : В.В.Лукін, І.Я.Львович, Г.В.Пачурін, В.А.Толбатов, А.В.Толбатов та ін.]. - Одеса: КУПРИЄНКО СВ, 2019 - 180 с. : ил., табл. - (Серія «Інноваційна наука, освіта, виробництво і транспорт»; №2). ISBN 978-617-7414-78-9.

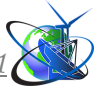
8. Толбатов А.В. Теоретичні основи розробки економіко-математичної моделі аналізу бізнес-процесів на промислових підприємствах / А.В. Толбатов, О.Б. В'юненко, О.О. Толбатова, І.А. Шеховцова В.А. Толбатов // Міжнародний науково-технічний журнал "ВОТТП". – Хмельницький, 2017. – №4. – С. 67–73.

9. Толбатов С. В. Розробка архітектури інформаційної системи для реалізації алгоритмів моделювання та оцінки складності робіт / С. В. Толбатов, А. В. Толбатов, В. А. Толбатов // Сборник науч. трудов Sworld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2014. – Т. 10, № 3(36). – С. 10–16.

10. Tolbatov A.V. Functional modeling – methodological basis for investigation of business processes at industrial enterprises / A.V. Tolbatov, S.V. Tolbatov, O.O. Tolbatova, V.A. Tolbatov // Magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyi, 2017. – №3 –P.186–189.

11. Tolbatov A.V. Information and analytical sustention of the transformation process of the management system of development of the ukrainian industry strategic potential / A.V. Tolbatov, M.A. Chuprina, I.A. Shekhovtsova // International scientific-technical magazine – Measuring and computing devices in technological processes. Hmel'nuckyi. – 2018. – №1 – P.114-118.

12. Толбатов А.В. Научное окружение современного человека: техника, информатика, архитектура, медицина, сельское хозяйство. Книга 2. Часть 1 : серия монографий / [авт.кол. : Линда С.Н., Львович И.Я., Преображенский А.П., Толбатов В.А., Толбатов А.В. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2019 – 199 с.



Abstract. The article considers the peculiarities of the directions of logistics development in the construction of Ukraine in modern economic conditions. Logistics processes, subject to the achievement of the main goals of the enterprise, are not an independent field of activity, but can significantly affect the organization of production of the enterprise. Logistics requires the implementation of consistent and expanded in space and time activities, which are simultaneously a set of necessary socio-economic, organizational, technical, informational, legal, personnel and other prerequisites for the proper functioning of production structures.

The purpose of the article is to comprehend the theoretical provisions and develop practical recommendations for logistics of production activities in construction.

The study is based on the fundamentals of the work of domestic and foreign scientists in the field of logistics. The methodological basis was a model that gives a general idea of the quality of logistics operations.

The article concludes the following conclusion: logistics activities, managing the main and related flows, aimed at optimizing the supply of resources to the enterprise. The efficiency of logistical support of the construction company is a cumulative result, which takes into account: delivery of the required (ordered) materials of regulatory quality; providing resources in the required amount; at a specific time; to the appointed point and with the minimum incurred expenses. The priority is to solve the problem of quality of the logistics process, which relates to its ability to meet the ordered supplier services and the degree of compliance with the expectations of the consumer (construction organization).

Key words: development of logistics, construction activity.



UDC 711.1 614.72

**CITY POLLUTION FROM NATURAL AND ANTHROPOGENIC
EMISSIONS OF CARBON MONOXIDE****ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ ПРИРОДНЫМИ
И АНТРОПОГЕННЫМИ ВЫБРОСАМИ ОКСИДА УГЛЕРОДА****Halyna Tatarchenko / Татарченко Галина***d.t.s., prof./д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-4685-0337

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,**59A Tsentralnyi Prospect, Severodonetsk, 93400**Восточно-украинский национальный университет имени Владимира Даля,**проспект Центральный, 59А, м. Северодонецк, 93400*

Abstract. *The work considers urban areas with nearby deposits of lignite or peat bogs in terms of natural and anthropogenic emissions of carbon monoxide. Carbon dioxide is absorbed on the coal surface ensuring its safe long-term storage. Based on the example of cities located at 49⁰-51⁰ latitudes, a chain of territories with enhanced degassing is revealed due to the energy arising in the Earth bowels, and manifesting itself especially in places with coalmines. Degassing develops unevenly, both spatially and over time, with the rhythms of endogenous activity of the Earth. According to the results obtained, the change and spread of air pollution with carbon monoxide takes place in waves, the peak of the concentration wave shifts at an average speed of 34 km/h with achieving the maximum concentration at night. The proposal is to take into account geographic information data during urban planning and development, as well as to develop a roadmap to reduce emissions in especially active degassing areas, since they lead to greenhouse effect and climate change.*

Key words: *pollution, emissions, urban areas, anthropogenic, natural emissions, carbon monoxide, ecology.*

Introduction.

Carbon monoxide is in a higher concentration than any other pollutant in urban air. However, since this gas is colourless and odourless, our senses cannot detect it. Nevertheless, it is present, and causes significant harm to public health. When inhaled, carbon monoxide combines with haemoglobin displacing oxygen from the blood. This results in oxygen starvation that primarily affects the central nervous system. High concentrations of carbon monoxide, even with short-term exposure, can cause death; small doses cause dizziness, headache, fatigue, and delayed reactions. Carbon monoxide is one of the factors that causes such a heart disease as angina pectoris, i.e., a decrease in the transfer of oxygen to tissues, which is especially fatal to the myocardium (heart muscle). Inhalation of a low concentration (up to 1 mg/l) causes heaviness and a feeling of squeezing the head, severe pain in the forehead and temples, dizziness, trembling, thirst, increased heart rate, nausea, vomiting, an increase in body temperature up to 38-40 °C. Weakness in the legs indicates the spread of the effect on the spinal cord [1].

The level and dynamics of the increase in carbon monoxide concentration in the city atmospheric air significantly depends on changes in the intensity of traffic flows, volumes and composition of industrial emissions, as well as building fund, which accounts for 40% of consumed energy and 36% of emissions [2]. To burn one



kilogram of hydrocarbon fuel, from 12-14 (for gaseous fuel) to 25 or more (for solid fuel) kilograms of atmospheric air is supplied to the combustion zone.

At the same time, along with anthropogenic (artificial) sources of air pollution, there are natural ones, e.g., volcanic eruptions, earthquakes, dust storms, and meteorites falling to the Earth. Currently, the use of geographic information technology for the analysis of tectonic disturbance, deep faults, the content of certain toxic elements, degassing of the mantle makes it possible to determine air pollution taking into account a larger number of factors, which ultimately affect the quality of living conditions of the population.

The purpose of the work is to analyse the air basin of industrial cities in terms of the content of natural and anthropogenic carbon monoxide emissions.

Analysis of recent research and publication.

Greenhouse gases are produced naturally, and play an important role in the survival of people and other living beings by trapping some of the sun's heat and making our planet habitable. A century and a half of industrialization as well as mass deforestation, and the use of certain agricultural practices have led to an increase in greenhouse gas emissions into the atmosphere. Due to the population growth, and the development of economies of countries, the volumes of their emissions are increasing. The following factors are common for emissions [3]:

- the average global temperature directly depends on the concentration of greenhouse gases in the Earth's atmosphere;
- since the beginning of the industrial era, the concentration of greenhouse gases has been constantly increasing together with the average world temperature;
- one of the main greenhouse gases in the Earth's atmosphere is carbon dioxide, a product of burning fossil fuels.

Natural emissions can be divided into 'hot' and 'cold breath' of the planet. 'Hot breath' is the eruption of gases by several thousand regularly renewing volcanoes including submarine. In addition to 'hot breath of the Earth', there is also a 'background', non-volcanic, less noticeable, but possibly even larger form of degassing of the planetary interior, which is 'cold' breath of the Earth [4, 5]. Cold degassing gases are less concentrated, more dispersed, and therefore less studied. If one focuses on the composition of gases of mud volcanoes and gas jets emanating from the bottom of the seas and oceans, where this process is most noticeable and studied, one can conclude that the basis of cold degassing is methane. Data on the composition of gases of kimberlite pipes, workings of deposits in some depressions sometimes show a significant amount of hydrogen and nitrogen. There are signs of emission of significant amounts of CO₂ as well as CO and some other gases. Carbon dioxide is absorbed on the coal surface ensuring its safe long-term storage. It gradually releases methane, which has a higher global warming potential than carbon oxides.

Changes in the content of carbon dioxide in the atmosphere as one of the prevailing gases in the 'gas breathing' of the planet occurred in the history of the Earth with a certain cyclicity. In general, it corresponded to the cyclicity of the endogenous activity of the earth interior [6]. In the deepest parts of the planet (outer



core, lower mantle), the pressure and temperature parameters reach high values. Fluid formations on the core-mantle boundary have colossal energy [7] and a significant lifting force. During its ascent, the silicate matrix of the mantle interacts with reduced gases such as H_2 , CH_4 , CO , reduced sulphur, chlorine, nitrogen, etc. This effect resembles the burning of the mantle material with its partial transfer to a supercompressed gas state. It is also of interest to determine the pollution of urban areas by natural and anthropogenic emissions of carbon monoxide.

Research methodology.

The work used the Goddard Earth Observation System 5 (GEOS-5) model, which consists of a group of model components that can be flexibly connected to solve issues related to various aspects of Earth science, and the use of space data (Windy map). GEOS is an atmospheric model used to study the physics of the atmosphere in both the short, weather, and medium, and long-term prospects. Comparison of one day's results with the satellite image shows how well the model performs in the short-term prospect.

Main research results.

Currently, there is a tendency towards a decrease in the total amount of emissions both in Ukraine and in Germany including carbon dioxide and carbon monoxide emitted during the consumption of solid, liquid, and gaseous fuels as well as gas combustion. The difference in emissions in Ukraine and Germany was about 2.5 times in 2008, and 3.5 times in 2019 (Figure 1).

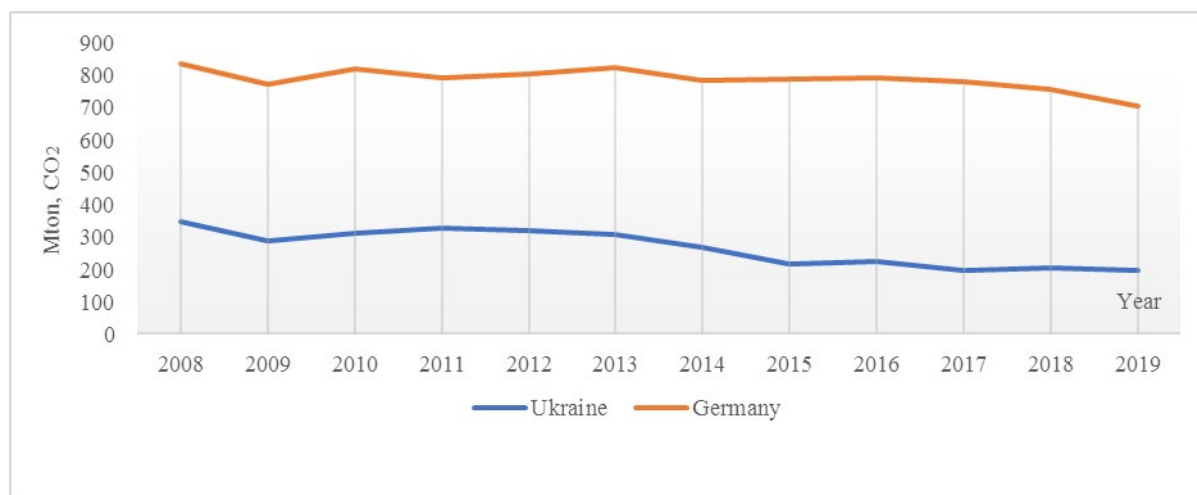


Figure 1 Change in the total amount of carbon dioxide emissions in Ukraine and Germany

Observations on carbon dioxide emissions took place in four cities located at 48° - 51° latitudes and having coal deposits on their territory, namely, Dortmund (Germany), Lviv, Severodonetsk (Ukraine), or peat bogs in Kyiv (Ukraine). The air basin was monitored as for pollution with carbon monoxide at four points during three days (Figure 2). The zones of active pollution had clear boundaries in each case, which gradually shifted from west to east and blurred. The concentration reached its maximum at night from two to five a.m. Degassing developed unevenly, both spatially and over time, with the rhythms of the Earth's endogenous activity. Hydrocarbon emissions are a deep-seated derivative of degassing, and their resource potential constantly renews and reaches colossal volumes.



Geological information about the territories.

Coal basins and deposits of the Carboniferous Period occupy significant areas in the western part of Germany. They are a part of the European belt of carboniferous coal deposit stretching from England across the mainland. They form the eastern branch of this belt, the continuation of which is Doberlug deposit located in the southeastern part. Total geological reserves of bituminous coal amount 224. 3 billion tons.

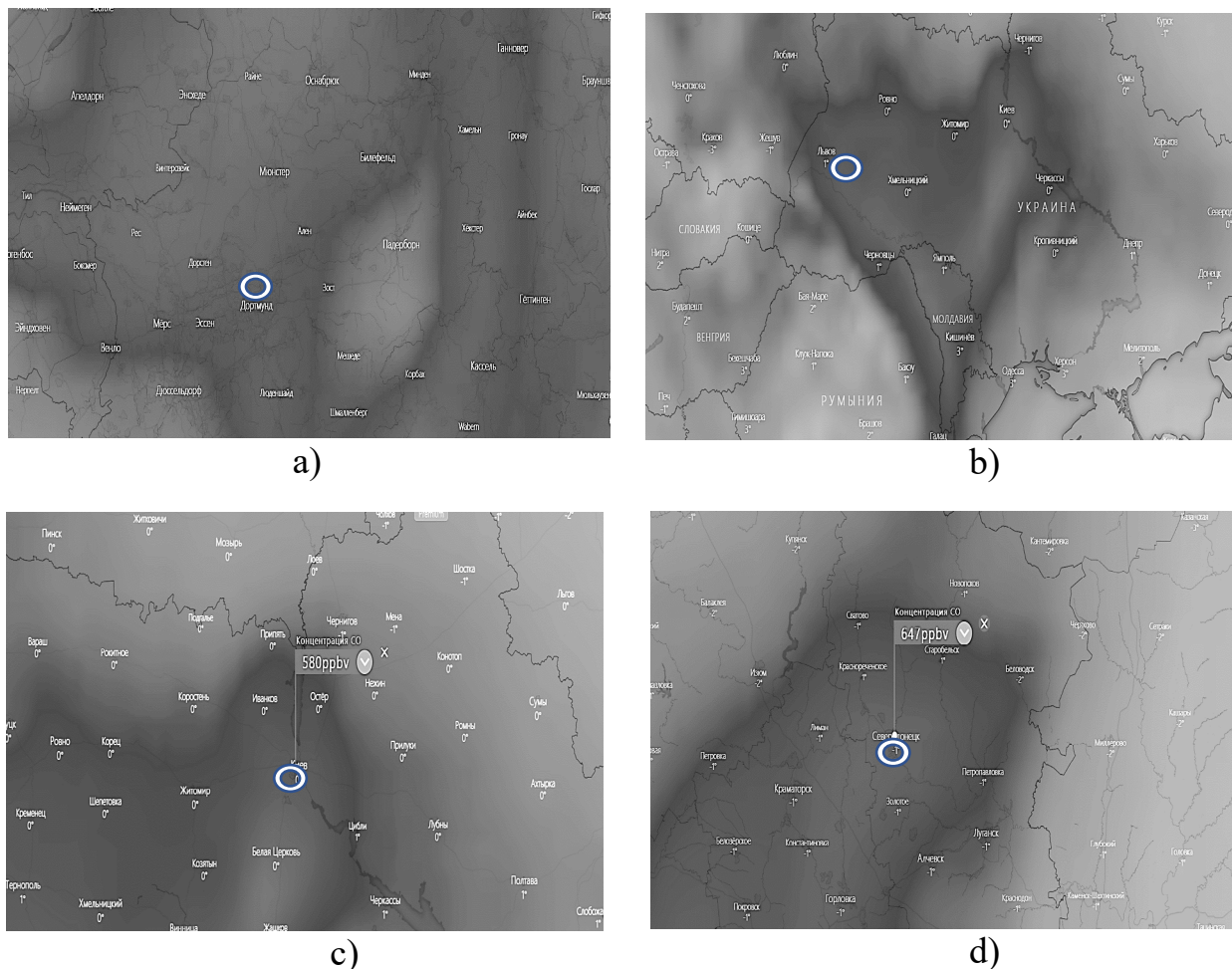
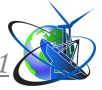


Figure 2. Territories of air pollution with carbon monoxide, midnight:
a) Dortmund -12.12.20; b) Lviv – 13.12.20; c) Kyiv – 14.12.20;
d) Severodonetsk – 15.12.20.

In 1957, according to the agreement between France and Germany, the Saar Basin with reserves of 16.5 billion tons became a part of the latter. At present, geological reserves of bituminous coals are approximately 241 billion tons, i.e., almost exactly correspond to the reserves of the Donetsk basin [8]. The most important are primarily bituminous coal and lignite. The main deposits of bituminous coal are located in the western part of the country (Ruhr, Saar, and Aachen basins). This coal is of high quality with over 2/3 of coking. Lignite basins are located both in the east of the country (Lausitz, and Middle German) and in the west (the Lower Rhine).

Coal-bearing areas of Ukraine occupy about 210 thousand km² that is almost a third of the country's area. In the Carboniferous Period, coal beds deposited, and in



the Permian one, coal beds of the Donetsk and Lviv-Volyn basins finally formed. The Lviv-Volyn coal basin stretches for 125 km from north to south through Lviv and Volyn oblasts of Ukraine. Coal deposits including commercial and non-commercial reserves as well as forecast are about 3 billion tons, which is 2% of Ukraine's coal reserves. The basin is structurally confined to the southeastern part of the Lodz-Lviv depression of the East European platform. Most of coal is mined from a depth of 326-550 m, the total annual production is 1,429.4 thousand tons of coal (2019). Coal is mainly used as a high-quality energy fuel, partly as a coke-chemical raw material [9].

The coal-bearing areas of Donbas are slightly less than 60 thousand km². About 92% of the country's bituminous coal reserves are concentrated here. The first information about bituminous coal deposits in the area of the Siverskyi Donets river are known since the first half of the 18th century. Coal mining began in the village of Verkhniy (now the territory of the city of Lysychansk) in 1795; the first coal mine was founded in Donbas. Lysychansk coalmines were the only industrial developments in the entire Donetsk basin until 1802. With the development of capitalism in the 70s of the 19th century, intensive industrial mining of bituminous coal in Donbas started growing at a rapid pace. 1.4 million tons were mined in 1880, with up to 11 million tons in 1900, and about 16.9 million tons in 1913. Before the start of World War II, 83.7 million tons of coal were mined in Donbas. The deposits of Donbas are dominated by steam coal (56%) mainly used for the production of electricity and heat supply to settlements [10].

Coal production in Ukraine decreased by 6.8% compared to the same period last year. In Donetsk oblast, coal industry enterprises of all forms of ownership produce 1.15 million tons of coal per month; enterprises of Luhansk oblast produce 25.04 thousand tons of coal. State-owned enterprise 'Lvivugol' mines 116.38 thousand tons of coal on average per month, and 'Volynugol' mines 1.28 thousand tons. Coal mining enterprises of Ukraine of all forms of ownership produced 28.80 million tons of coal in 2019 [9-10].

In Germany, they solemnly closed the country's last coal mine, Prosper-Haniel, in the former mining town of Bottrop on December 21, 2018. Bituminous coal is no longer mined with only open-pit mining of lignite left. The growing fight against climate warming is leading to a reduction in global coal consumption and, in the long term, to cessation of its mining, especially the expensive underground one. In Germany, a law has already been passed to stop using lignite and bituminous coal until 2038.

Thus, it should be noted that all the territories under consideration have mine workings, where methane, carbon dioxide, carbon monoxide, and other gases accumulate.

According to the results obtained, the change and spread of air pollution with carbon monoxide took place in waves from Dortmund to Severodonetsk (Figure 3).

The peak of the concentration wave shifted at an average speed of 34 km/h. At the same time, the background level of carbon monoxide concentration usually remained at the level of 0.2-0.3 mg/m³. At stationary posts, it fluctuated within the range of 0.4-1.0 of the average daily maximum permissible concentration (MPC). In general, the average levels of carbon monoxide emissions are 2-3 times higher than in



more northern latitudes. Besides, there is a certain 'chain of territories' where pollution indicators are high.

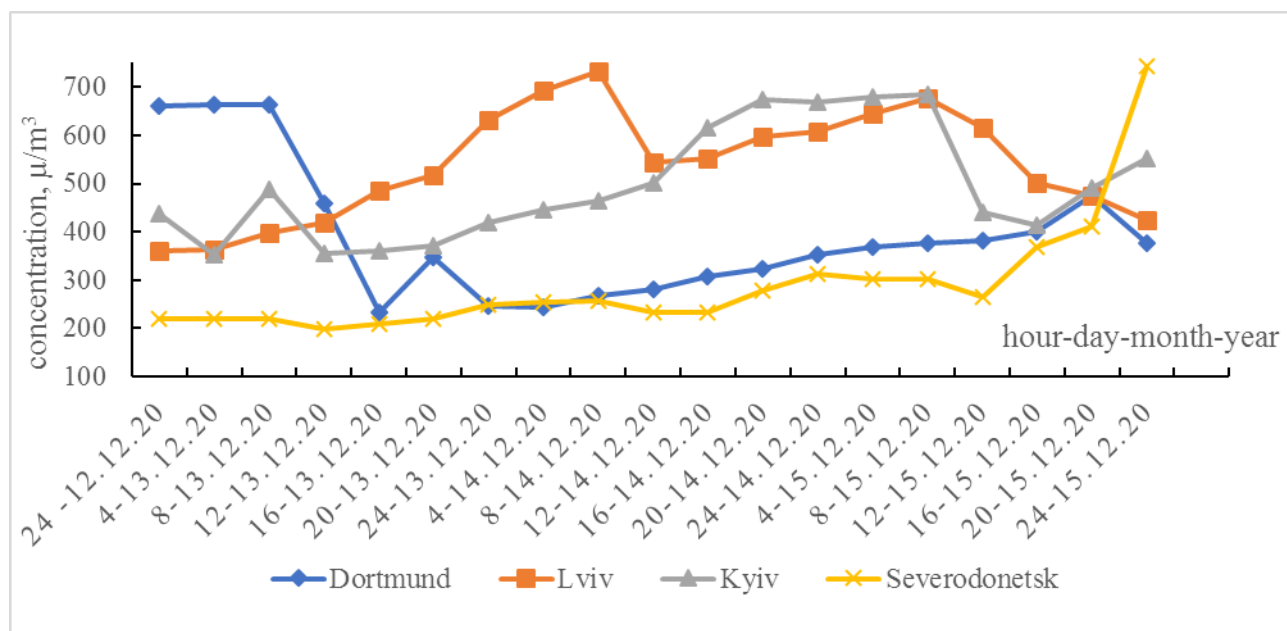


Figure 3. Changes in the concentration of carbon monoxide in the air of cities within three days

It is worth noting the information about earthquakes [11] that took place in the same period, i.e., an earthquake with a magnitude of 4.3 in the Black Sea on December 12, 2020; five earthquakes per day with a magnitude of 5.6 in Chechnya on December 13, 2020; six earthquakes near the Kuril Islands on December 14, 2020.

At the same time, the analysis of the actual average daily traffic intensity on the highway and its emissions was carried out using the example of Kyiv. The calculations were performed at different times of the day including morning, afternoon, evening and night with averaging over a ten-minute interval and subsequent calculation of the number of vehicles per hour and day. Based on these results, the emission power and concentration of pollutants of exhaust vehicle gases in the atmospheric air were calculated [12]. The concentration of atmospheric air pollution with carbon monoxide was calculated using a model of Gaussian distribution of impurities in the atmosphere at low heights (Figure 4).

It was revealed that the concentration of carbon monoxide is 5-10 times higher than the standards at the edge of the road, and reaches the MPC only at a distance of more than 200 m. According to satellite indicators, I obtained the average territorial concentration of the pollutant. These results are quite comparable with the data for large or industrial cities. However, the traffic intensity is much less in Severodonetsk, since there are no highways and large industrial capacities. For example, the average annual concentration of harmful substances in Kyiv is 0.33 mg/m^3 , 1.0 mg/m^3 in Lviv, and 1.33 mg/m^3 in Severodonetsk. It is worth recalling the idea of V.I. Vernadsky about the 'gas breath' of the planet, migration and accumulation of the hydrocarbon complex of compounds. At the same time, researchers [13] obtained irrefutable evidence that most of carbon monoxide enters the atmosphere through the combustion of fossil fuels. It is an important fact, since the greenhouse effect has



been studied in detail in recent decades. Probably, one can speak about both the global impact of anthropogenic emissions, and the territories where emissions of a natural character are manifested to a greater extent, and the need to take into account these data, since they have such a significant effect on human health during urban planning and development.

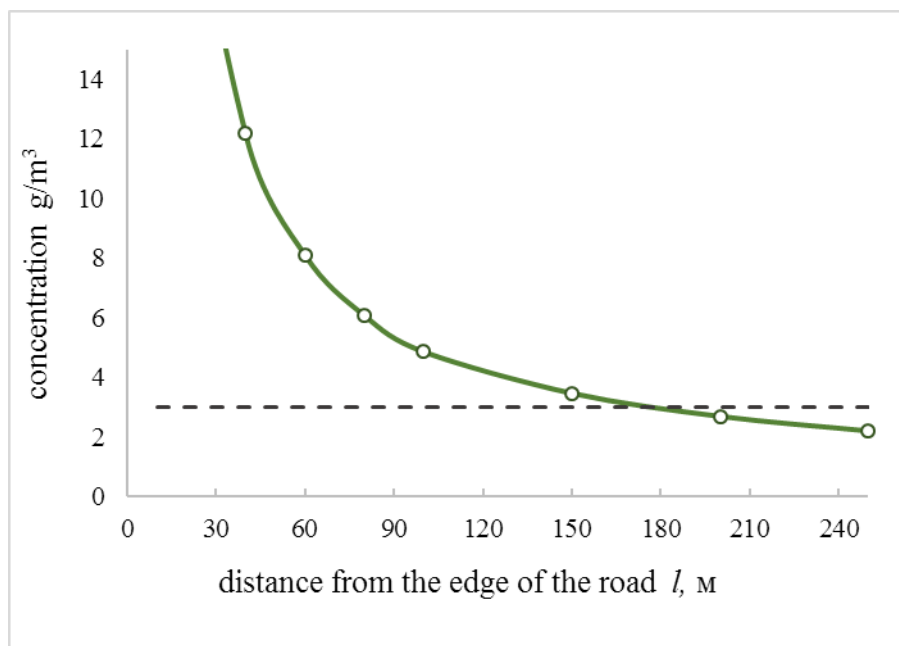


Figure 4 Change in the concentration of carbon monoxide depending on the distance from the road edge (the dotted line marks the MPC level).

Conclusions

Based on the conducted analysis, it was revealed that there is a 'chain of territories' with enhanced degassing caused by the energy arising in the bowels of the Earth, i.e., 'cold breath' that manifests itself especially in places where coal mines are or used to be present. Degassing develops unevenly, spatially and over time, with the rhythms of endogenous activity of the Earth. According to the results obtained, the change and spread of air pollution with carbon monoxide takes place in waves, the peak of the concentration wave shifts at an average speed of 34 km/h.

The average indicators of the content of natural and anthropogenic emissions exceed the norm 2-3 times along the 'chain of territories', and especially in large European cities. This fact provides a basis for developing a roadmap for reducing emissions, since they lead to such consequences as the greenhouse effect and climate change. In addition, it is necessary to take into account that these data have a significant impact on people's health when designing the prospects for urban planning and development. The use of innovative energy-efficient solutions will allow cities to choose an energy-efficient way of economic development to reduce anthropogenic carbon emissions by 79%-99% and potentially improve the quality of life of citizens.

References

1. Vitrishchak S.V., Sanina E.V., Sichanova E.V., Savina E.L., Klimenko A.V., Zhuk S.V., Yurkevich V.M. Analiz zagryazneniya atmosfernogo vozdukha krupnykh



promyshlennykh gorodov i ego vliyanie na uroven zabolevaemosti detej i podrostkov // Ukrainskii zhurnal klinichnoi ta laboratornoi medytsyny. 2010. №4. С. 167.

2. Izmenenie klimata // Izmenenie klimata URL:

<https://www.un.org/ru/sections/issues-depth/climate-change/index.html> (date of the application: 25.02.2021).

3. The energy performance of buildings directive. Ec.europa.eu. 2019. URL.: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/buildings_performance_factsheet.pdf (date of the application: 27.12.2020).

4. Shestopalov V.M., Makarenko A.N. O nekotorykh rezultatakh issledovaniy, razvivayushchikh ideyu V.I. Vernadskogo o «gazovom dykhanii» Zemli Statya 2. Glubinnye protsessy degazatsii neдр // Geologicheskij zhurnal . 2014. №3. С. 348.

5. Shestopalov V.M., Makarenko A.N. O nekotorykh rezultatakh issledovaniy, razvivayushchikh ideyu V.I. Vernadskogo o «gazovom dykhanii» Zemli. Statya 1. Poverkhnostnye i pripoverkhnostnye proyavleniya anomalnoj degazatsii // Geologicheskij zhurnal . 2013. №3. С. 7. DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2013.3.139179>

6. Budyko M.I., Ronov A.B., Yanshin A.L. History of the atmosphere. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985. 208 с.

7. Letnikov F.A. Super-deep fluid systems of the Earth and problems of ore formation. // Geologiya rudnykh mestorozhdeniy. 2001. №4. С. 291.

8. Ugolnye bassejny Germanii // Ugolnye bassejny Germanii URL: <http://industrial-wood.ru/ugolnye-mestorozhdeniya/14543-ugolnye-bassejny-germanii.html> (date of the application: 07.12.2020).

9. Gorovaya A.I., Pavlichenko A.V., Kulyna S.L. Otsenka vliyaniya na okruzhayushchuyu sredu protsessov otvaloobrazovaniya (na primere Ivovskovolynskogo ugolnogo bassejna Ukrainy) // Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten. 2009. №5. С. 197.

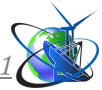
10. Strelina E. N., Jonenko A. I. Sovremennye problemy razvitiya ugolnoj promyshlennosti Ukrainy v kontekste energeticheskoy nezavisimosti strany // Efektyvna ekonomika. 2014. №4. С. 83.

11. Zemletryaseniya // Zemletryaseniya URL: <https://iz.ru/tag/zemletriasenie> (date of the application: 16.12.2020).

12. Tatarchenko G.O., Kravchenko I.V., Pisarenko N.V., Porkuyan S.L. Study of atmospheric air pollution by exhaust gases in an urban environment // Visnik of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. 2019. №256. С. 99. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2019-256-8-99-104>

13. Fahey D.W., Doherty S., Hibbard K.A., Romanou A., Taylor P.C. Physical drivers of climate change. Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I. // Global Change Research Program. Washington: DC, USA, 2017. С. 73-113. <http://dx.doi.org/10.7930/J0513WCR>.

Аннотация. В работе рассмотрены территории (города), вблизи которых находятся залежи бурого угля или торфяников на предмет природных и антропогенных выбросов оксида углерода. Углекислый газ поглощается на поверхности угля, обеспечивая его безопасное долгосрочное хранение, но со временем выделяется метан, т.е. существуют более масштабная форма дегазации планетных недр – "холодное "выдыхание" Земли. На

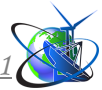


примере городов, расположенных на широтах 49^0 - 51^0 выявлено, что существует цепь территорий с усиленной дегазацией, которая связана с энергией, возникающей в недрах Земли и проявляется особенно в местах, где были или есть угольные выработки. Процесс дегазации развивается неравномерно – и пространственно, и во времени, с ритмами эндогенной активности Земли. Согласно полученным результатам, изменение и распространение загрязнения воздушного бассейна оксидом углерода идет волнообразно, пик волны концентрации смещается в среднем со скоростью 34 км/ч, максимальные концентрации достигаются в ночное время. Предложено учитывать геоинформационные данные при планировании застройки городов и дальнейшего развития территорий, а также выработать дорожную карту по снижению количества выбросов особенно таких активных по дегазации территорий, т.к. все это приводит к последствиям в виде парникового эффекта и изменению климата.

Ключевые слова: загрязнения, выбросы, территория городов, антропогенные, природные выбросы, оксид углерода, экология.

Article sent: 25.02.2021 г.

© Tatarchenko Halyna



УДК 658.5

A MULTI-CRITERIA DECISION MAKING MODEL FOR INVESTMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY UNDER UNCERTAINTY**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ІНВЕСТИЦІЙ В БУДІВЕЛЬНУ ГАЛУЗЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**¹ Tuhai O.A. / Тугай О.А.

Dr. Eng., prof. / д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0001-6255-3119

¹ Vlasenko T.V. / Власенко Т.В.

PhD student / аспірантка

ORCID: 0000-0002-2644-4836

¹ Kyiv National University of Construction and Architecture,

Kyiv, 31, Povitroflotsky Ave., 03037

Київський національний університет будівництва і архітектури,

Київ, пр. Повітрофлотський, 31, 03037

Анотація. Вибір надійного інвестиційно-будівельного проекту в швидкозмінних умовах навколишнього середовища має важливе значення для інвестора, мета якого полягає в досягненні позитивних результатів своєї діяльності. Мета дослідження полягає в тому, щоб запропонувати таку модель відбору інвестиційно-будівельного проекту, яка б сприяла досягненню поставлених цілей інвестора в умовах невизначеності. Для попереднього відбору інвестиційно-будівельного проекту пропонується багатокритерійний метод прийняття рішень, за допомогою якого аналізується і оцінюється достовірність альтернативних проектів з урахуванням вагомих критеріїв. Рішення про інвестування в будівельний проект вимагає врахування якісних і кількісних критеріїв невизначеності, що в кінцевому підсумку визначають результат інвестиційної діяльності.

Ключові слова: будівельна галузь, достовірність, інвестиційно-будівельний проект, MCDM, множина критеріїв, невизначеність, TOPSIS.

Вступ.

Будівельні проекти за своєю природою унікальні [1] і характеризуються складними процесами, тривалими періодами, чутливістю до мінливості навколишнього середовища і фінансовою напруженістю. Практика реалізації інвестиційно-будівельних проектів показує, що даний процес піддається множині факторів невизначеності, які можуть привести до непередбачуваних ситуацій, перевитрат, а також зривів термінів. Тому всі інвестиційно-будівельні проекти, незалежно від того наскільки вони добре сплановані, будуть містити певний елемент ризику. У зв'язку з цим, для забезпечення досягнення запланованих результатів інвестиційно-будівельної діяльності попередня оцінка проектів є важливим етапом. Зрозуміло, що уникнути усіх ризиків інвестиційно-будівельної діяльності є непосильним завданням, але мінімізувати їх появу буде розумним рішенням. Саме під час процесу прийняття рішень особа, яка приймає рішення, має оцінити всі ці ризики і невизначеності, оскільки обраний проект на передінвестиційній етапі в значній мірі визначає можливий прибуток інвестора.

Попередня оцінка інвестиційно-будівельних проектів - це багатокритеріальна проблема прийняття рішень, яка залежить від динамічного і складного характеру будівельної галузі, невизначеності зовнішнього



середовища і суб'єктивного судження особи, яка приймає рішення.

Модель попередньої оцінки інвестиційно-будівельних проектів.

На сьогодні інвестиційно-будівельна діяльність є складною через наявність множини факторів, таких як технічні, економічні, політичні, соціальні та екологічні. Це, в свою чергу, вимагає від особи, яка приймає рішення, мати справу з проблемами, що мають множину критеріїв і безліч альтернативних рішень, що ускладнює процес відбору інвестиційно-будівельного проекту щодо забезпечення достовірності рішення. Ухвалення достовірного рішення означає вибір такої альтернативи з можливого набору альтернатив, який з урахуванням всіх різноманітних чинників невизначеності і суперечливих вимог сприятиме досягненню поставленої мети інвестора в максимально можливій мірі. Однак у багатьох випадках альтернативи пов'язані зі складними ситуаціями, які характеризуються протиріччям вимог і множинних критеріїв, неоднозначністю оцінки ситуацій, помилками у виборі пріоритетів, що істотно ускладнюють процес прийняття рішень.

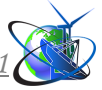
Різні прояви факторів невизначеності пов'язані, наприклад, з [2]:

- неможливістю або недоцільністю отримання достатньої кількості інформації з необхідним ступенем достовірності;
- відсутністю надійних прогнозів характеристик, властивостей і поведінки складних систем, що відображають їхню реакцію на зовнішні і внутрішні впливи;
- погано визначеними цілями і обмеженнями в задачах планування;
- неможливістю формалізації ряду факторів і критеріїв та необхідністю врахування якісної інформації.

Прийняття рішення по множині критеріїв (MCDM) - це важливий інструментальний підхід, який допомагає перетворити бажання особи, яка приймає рішення, в досяжне рішення [3]. Прийняття рішень по множині критеріїв (MCDM) широко використовується в якості допоміжного інструменту для прийняття складних інвестиційних рішень в будівництві [4], коли існують кількісні та якісні критерії оцінки [5], оскільки такий інструментальний підхід дозволяє особі, що приймає рішення, звернути увагу на всі доступні критерії і прийняти відповідне рішення згідно цілям інвестора. Цей інструмент стає все більш поширеним для прийняття рішень в галузі будівництва через гнучкість, яку він надає особі, яка приймає рішення, і можливість одночасного врахування всіх цілей і вагомих критеріїв.

З огляду літератури визначено, що існує безліч багатокритеріальних методів прийняття рішень (MCDM), що використовуються в галузі будівництва, такі як процес аналітичної ієрархії (АНП), аналітичний мережевий процес (АНР), виключення і вибір, що виражає реальність. (ELECTRE), метод організації ранжирування переваг для збагачення оцінок (PROMETHEE), метод визначення порядку переваги за подібністю з ідеальним рішенням (TOPSIS), vise kriterijumska optimizacija i kompromisno resenje (VIKOR), теорія нечітких множин.

У даній статті в якості інструменту оцінки та відбору інвестиційно-будівельних проектів пропонується метод TOPSIS, який розробили Хюань Ч. та



Юнь К. [6], знаходять рішення з урахуванням відстані, що відділяє кожну альтернативу від ідеального рішення. Чим коротша ця відстань, тим краще рішення, і це порівняння дозволяє нам визначити переважання однієї альтернативи над іншою [7]. Також ця альтернатива повинна бути найдалі альтернатив від недосконалого рішення [6]. Як впливає з сутності методу TOPSIS, з використанням останнього досить ефективно можна вирішити завдання вибору найкращого рішення серед можливих альтернатив.

Так як природі будівельної галузі властива невизначеність, неповнота інформації та неточність даних, то теорія нечітких множин [8] підходить для вирішення завдань. Нечітка логіка застосовується для того, щоб забезпечити особам, які приймають рішення, можливість висловити свої міркування щодо якісних критеріїв відбору проектів.

Метод TOPSIS є одним з інструментів сприяння особі, яка приймає рішення, в вираженні її цілей і суб'єктивних переваг, структуруванні множини критеріїв в процесі прийняття рішень на мові лінгвістичних змінних і нечітких чисел.

Метод TOPSIS для попереднього відбору інвестиційно-будівельних проектів.

Кожен з критеріїв відбору інвестиційно-будівельних проектів має власний вимір і розподіл, їх важко безпосередньо порівнювати або оперувати. В результаті вихідні дані оцінки критеріїв повинні бути безрозмірними методом нормалізації [9].

Крок 1. Нормалізована нечітка матриця рішень може бути представлена як:

$$\check{S} = [\check{S}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де елементи матриці $[\check{S}_{ij}]$ розраховуються як:

$$\check{S}_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_j^+} = \left(\frac{s_{ij}^a}{s_j^+}, \frac{s_{ij}^b}{s_j^+}, \frac{s_{ij}^d}{s_j^+} \right) \left\{ \begin{array}{l} S_j^+ = \max s_{ij} \end{array} \right. \quad (2)$$

коли критерій S_j є критерієм вигоди;

$$\check{S}_{ij} = \frac{S_j^-}{S_{ij}} = \left(\frac{s_j^-}{s_{ij}^d}, \frac{s_j^-}{s_{ij}^b}, \frac{s_j^-}{s_{ij}^a} \right) \left\{ \begin{array}{l} S_j^- = \min s_{ij} \end{array} \right. \quad (3)$$

коли критерій S_j є критерієм витрат.

Крок 2. Зважена нормалізована матриця прийняття рішень визначається множенням нормалізованої матриці рішення на пов'язані з нею вагомості:

$$v_{ij} = w_j \otimes \check{S}_{ij} \quad (4)$$

де w_j – вагомість j -го критерію, $\check{S}_{ij}$ – елементи нормалізованої матриці прийняття рішень.

У підході TOPSIS у якості оптимального обирається та альтернатива, яка ближче всіх до нечіткого позитивного ідеального рішення (FPIS) і якнайдалі від



нечіткого негативного ідеального рішення (FNIS).

Крок 3. Визначити для даної задачі її ідеальне рішення. Це визначається найвищим балом за кожним критерієм щодо максимізації і мінімізації. Тобто за критерієм, який вимагає максимізації, кращий результат є найбільшим. Якщо критерій вимагає мінімізації, кращий результат буде найменшим [7]. Обчислюємо нечітке позитивно-ідеальне рішення (FPIS) і нечітке негативно-ідеальне рішення (FNIS) за наступними формулами [9]:

$$FPIS = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+), \text{ де } V_j^+ = \left(\max_m V_{ij}, j \in J_1; \min_m V_{ij}, j \in J_2 \right) \quad (5)$$

$$NPIS = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-), \text{ де } V_j^- = \left(\min_m V_{ij}, j \in J_1; \max_m V_{ij}, j \in J_2 \right) \quad (6)$$

где J_1 і J_2 – набори критеріїв вигоди і критеріїв витрат відповідно.

Крок 4. Визначення відстані кожного альтернативного проекту від PIS і від NIS:

$$d_j^+ = \sum_{i=1}^n d_v(V_{ij}, V_j^+), i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$$d_j^- = \sum_{i=1}^n d_v(V_{ij}, V_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

Крок 5. Для визначення порядку ранжирування всіх альтернативних проектів після обчислення d_j^+ та d_j^- кожній альтернативі обчислюється коефіцієнт близькості:

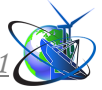
$$CC_j = \frac{d_j^-}{d_j^+ + d_j^-} \quad (9)$$

Отже, відповідно до коефіцієнта близькості може бути визначений рейтинг всіх альтернативних проектів і обраний кращий з безлічі альтернатив.

Висновок.

Інвестиції в будівельну галузь схильні до високого ризику, особливо коли проекту притаманна велика кількість факторів невизначеності. Відповідно, прийняття рішень на основі факторів невизначеності і ризиків є життєво важливим процесом, який слід враховувати при оцінці альтернативних інвестиційно-будівельних проектів. Рішення про інвестування в будівельну галузь вимагають розгляду якісних і кількісних критеріїв, а також цілей інвестора.

Запропоновано методологічний підхід до вирішення задач достовірного відбору інвестиційно-будівельного на базі методу TOPSIS на основі нечіткої логіки, яка дозволяє особі, що приймає рішення, оцінити якісні критерії, що особливо важливо для прийняття рішень в умовах невизначеності. Використання методу TOPSIS дозволяє підвищити адекватність прийнятих рішень за рахунок ранжирування за ступенем близькості до ідеального рішення і віддаленості від неідеального рішення.



Література:

1. Smith, A.J. Estimating, Tendering and Bidding for Construction, Macmillan, Basingstoke UK, 1995. P. 256.
2. Ekel P., Pedrycz W., Pereira J. Multicriteria Decision-Making under Conditions of Uncertainty. A Fuzzy Set Perspective, Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, USA, 2020. P. 344.
3. Gal T., Stewart T. J., Hanne T. Multicriteria Decision Making: Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory, and Applications, Springer Science+ Business Media, New York, USA, LLC, 1999. P. 548.
4. Zavadskas E.K., Antucheviciene J., Vilutiene T., Adeli H. Sustainable Decision-Making in Civil Engineering, Construction and Building Technology. *Journal Sustainability*. 2018. 10,14. pp. 1-21.
5. Zopounidis C., Doumpos M. Multi-criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Methodologies and Literature Review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. 2002. pp. 167-186.
6. Hwang C. L, Yoon K., Multiple Attributes Decision Making. Methods and Applications, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981. P.273.
7. Munier N. A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-Making, Springer, 2011. P. 298.
8. Zadeh L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*. 1975. 8(3). pp. 199–249.
9. Vlasenko T., Tuhai O. Fuzzy multi-criteria model for construction project selection in conditions of uncertainty. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2020. 7-8. pp. 31-36.

Abstract. The choice of a reliable investment and construction project in a rapidly changing environment is important for an investor whose goal is to achieve positive results. The aim of the study is to propose a model for the selection of an investment and construction project that would contribute to the achievement of the objectives of the investor. For the preliminary selection of an investment and construction project, a multi-criteria decision-making method is proposed, by which the reliability of alternative projects is analysed and evaluated against weighty criteria. The decision to invest in a construction project requires taking into account qualitative and quantitative criteria that are subject to uncertainty, which ultimately determine the outcome of the investment activity.

Keywords: construction industry, investment and construction project, MCDM, reliability, set of criteria, TOPSIS, uncertainty.

Стаття відправлена:

© Власенко Т.В.



Expert-Peer Review Board of the journal Экспертно-рецензионный Совет журнала

Abdulveleva Rauza Rashitovna, Orenburg State University, Russia
Antoshkina Elizaveta Grigorevna, South Ural State University, Russia
Artyuhina Marina Vladimirovna, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Afinskaya Zoya Nikolaevna, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia
Bashlaj Sergej Viktorovich, Ukrainian Academy of Banking, Ukraine
Belous Tatyana Mihajlovna, Bukovinian State Medical Academy, Ukraine
Bondarenko Yuliya Sergeevna, PSU named after T.G. Shevcheckko Department of Psychology, Ukraine
Butyrskij Aleksandr Gennadevich, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Russia
Vasilishin Vitalij Yaroslavovich, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
Vojcehovskij Vladimir Ivanovich, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Gavrilova Irina Viktorovna, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Ginis Larisa Aleksandrovna, South Federal University, Russia
Gutova Svetlana Georgievna, Nizhnevartovsk State University, Russia
Ivanova Svetlana Yurevna, Kemerovo State University, Russia
Ivlev Anton Vasilevich, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Idrisova Zemfira Nazipovna, Ufa State Aviation Technical University, Russia
Iliev Veselin, Bulgaria
Kirillova Tatyana Klimentevna, Irkutsk State Transport University, Russia
Kovalenko Tatyana Antolevna, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
Kotova Svetlana Sergeevna, Russian State Vocational Pedagogical University, Russia
Krestyanpol Lyubov Yurevna, Lutsk State Technical University, Ukraine
Kuhtenko Galina Pavlovna, National University of Pharmacy of Ukraine, Ukraine
Lobacheva Olga Leonidovna, Mining University, Russia
Lyashenko Dmitrij Alekseevich, National Transport University, Ukraine
Makarenko Andrej Viktorovich, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
Melnikov Aleksandr Yurevich, Donbass State Engineering Academy, Ukraine
Moroz Lyudmila Ivanovna, "National University" "Lviv Polytechnic" "", Ukraine
Muzylyov Dmitrij Aleksandrovich, Kharkov National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko, Ukraine
Nadopta Tatyana Anatolievna, Khmelnytsky National University, Ukraine
Napalkov Sergej Vasilevich, Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Russia
Nikulina Evgeniya Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Orlova Anna Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Osipov Viktor Avenirovich, Tyumen State University, Russia
Privalov Evgenij Evgrafovich, Stavropol State Agrarian University, Russia
Pyzhyanova Nataliya Vladimirovna, Ukraine
Segin Lyubomir Vasilovich, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Sergienko Aleksandr Alekseevich, Lviv National Medical University named after Daniil of Galitsky, Ukraine
Sochinskaya-Sibirceva Irina Nikolaevna, Kirovograd State Technical University, Ukraine
Sysoeva Vera Aleksandrovna, Belarusian National Technical University, Belarus
Tleuov Ashat Halilovich, Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan
Tolbatov Volodimir Aronovich, Sumy State University, Ukraine
Tolbatov Sergij Volodimirovich, Sumy National Agrarian University, Ukraine
Hodzhaeva Gyulnaz Kazym kyzy, Russia
Chigirinskij Yulij Lvovich, Volgograd State Technical University, Russia
Shehmirzova Andzhela Muharbievna, Adygea State University, Russia
Shpinkovskij Aleksandr Anatolevich, Odessa National Polytechnic University, Ukraine

**CONTENTS/СОДЕРЖАНИЕ****Mechanical engineering and machinery****Машиностроение и машиноведение**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-025> **6**

ALGORITHMIC PROVISION OF SOLVING NONLINEAR BORDER
THERMAL MASS TRANSFER PROBLEMS

*АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ КРАЙОВИХ
ЗАДАЧ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ*

*Zelensky K. / Зеленський К.Х., Bovsunovska K / Бовсуновська К.С.,
Bolhovitin V./ Болховітін В. М.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-053> **13**

CALCULATION OF MULTILAYER STRUCTURES WITH RIGID FILLER
РОЗРАХУНОК БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ З ТВЕРДИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Trubachev S.I./ Трубачев С.І., Alekseychuk O.N./ Алексейчук О.М.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-060> **17**

PROCESSING OF LARGE-SIZED PARTS OF TURBO UNITS USING
PORTABLE MACHINES

*ОБРОБКА ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТУРБОАГРЕГАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
ПОРТПТИВНИХ ВЕРСТАТИВ*

Permyakov A.A. / Пермяков О.А., Ishchenko G.I. / Іщенко Г.І., Ishchenko M.G. / Іщенко М.Г.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-077> **27**

ENERGY SAVING ULTRAVIOLET INSTALLATION FOR IRRADIATION
OF YOUNG ANIMALS

*ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА УЛЬТРАФІОЛЕТОВА УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ
МОЛОДНЯКА ТВАРИН*

Semenov O. / Семенов О., Lysychenko M. / Лисиченко М.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-092> **34**

FEATURES OF SIMULATION MODELING OF DISTRIBUTED RANDOM
PROCESSES USING THE MULTIAGENT APPROACH

*ОСОБЛИВОСТІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ВИПАДКОВИХ
ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПІДХОДУ*

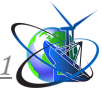
Barabash O.V. / Барабаш О.В., Syvnychuk O.V. / Свинчук О.В., Kolumbet V.P. / Колумбет В.П.

Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering**Энергетика**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-027> **42**

UNRESOLVED PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF THE EUROPEAN
SEGMENT OF THE WORLD NATURAL GAS MARKET: ARE THERE
WAYS OF RESOLVING THEM?

Shakhovskaya Larisa Semenovna, Timonina Victoria Ivanovna,



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-019> 48

THE SOME GEOMETRIC ASPECTS IN ARCHITECTURE

ДЕЯКИ ГЕОМЕТРИЧНІ АСПЕКТИ В АРХІТЕКТУРІ

Arshava E.A. / Аршава О.О., Rykhtin S.A. / Рухтин С.А.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-035> 56

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF BASALT (BASALT COMPOSITE) NET IN CONSTRUCTION

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ БАЗАЛЬТОВОЇ (БАЗАЛЬТОКОМПОЗИТНОЇ) СІТКИ У БУДІВНИЦТВІ

Morkovska N. / Морковська Н.Г., Zolotova N. / Золотова Н.М., Suprun O. / Сунрун О.Ю.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-043> 61

THE IMPACT OF MONUMENTAL ARCHITECTURE ON URBAN LANDSCAPE FORMATION

ВПЛИВ МОНУМЕНТАЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ НА ФОРМУВАННЯ МІСЬКОГО ЛАНДШАФТУ

Andrieiev S. O. / Андреев С. О., Bohdanova. Y. L. / Богданова Ю.Л.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-061> 66

ABOUT URBAN RENOVATION AND THE PRESERVATION OF THE CULTURAL HERITAGE OF MODERNISM

О ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ РЕНОВАЦИИ И СОХРАНЕНИИ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ МОДЕРНИЗМА

Vlaginyh E.A. / Благиных Е.А., Cherednichenko J. M. / Чередниченко Ж.М.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-069> 70

IDENTIFICATION OF REAL ESTATE IN THE MULTIPURPOSE DIGITAL CADASTRE

ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕРУХОМОГО МАЙНА У ЦИФРОВОМУ КАДАСТРІ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

Kirichek Y. / Кірічек.Ю., Gryanyk V. / Гряник В.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-096> 75

FEATURES OF SLIDING STRUCTURES DESIGN OF BRIDGES REINFORCED WITH COMPOSITE MATERIALS

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛИТ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ, АРМОВАНИХ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Tsybulskyi V.M. / Цибульський В.М., Kharchenko A.N. / Харченко А.М.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-111> 84

LOGISTICS SUPPORT OF PRODUCTION ACTIVITY IN CONSTRUCTION

ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ

Boginska L.O. / Богінська Л. О.



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-115>

90

CITY POLLUTION FROM NATURAL AND ANTHROPOGENIC
EMISSIONS OF CARBON MONOXIDE

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ ПРИРОДНЫМИ
И АНТРОПОГЕННЫМИ ВЫБРОСАМИ ОКСИДА УГЛЕРОДА

Halyna Tatarchenko / Татарченко Галина

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit15-01-116>

99

A MULTI-CRITERIA DECISION MAKING MODEL FOR INVESTMENT
IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY UNDER UNCERTAINTY

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ІНВЕСТИЦІЙ
В БУДІВЕЛЬНУ ГАЛУЗЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Tuhai O.A. / Тугай О.А., Vlasenko T.V. / Власенко Т.В.



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 84.35)

Issue №15

Part 1

February 2021

Development of the original layout - Sergeieva&Co
Articles published in the author's edition

Signed: February 2021

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de



With the support of International research
project SWorld
ww.sworld.education





www.moderntechno.de

e-mail: editor@moderntechno.de