



ISSUE №16

Part №3



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 №16
Part 3
April 2021

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

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

Editorial board: More than 210 doctors of science. Full list on pages 4

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30890/2567-5273.2021-16-03

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

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, Svishitov, 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
- Antrapceva 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
- Bezdenzhenykh 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
- Georgievskiy 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
- Grzebna Nadezhda Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
- Grizdub 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 Toleuhovich, 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
- Irzhi 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
- Kafarskiy Vladimir Ivanovich, Doctor of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionalism, Ukraine
- Kirilova 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
- Knayzeva 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. Toraygryova, Kazakhstan
- Kurmaev Petr Yurevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychyna, 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
- Lomotko 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
- Majdanuyk 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
- Malceva Anna Vasilievna, 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, Biysk 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
- Moiseykina Lyudmila Guchaevna, 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 Gulmira 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 Vasilievich, 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
- Rokochinskiy 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, Izhnevsk State Technical University, Russia
- Starodubcev Vladimir Mihajlovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Stegny Vasilij Nikolaevich, Doctor of Sociology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Stepenko Valerij Efremovich, Doctor of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia
- Stoycep Oleksandr Vasilovich, Doctor of Philosophy, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Stoycep Vasil Grigorievich, 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
- Fathova Alevtina Leontevna, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University (Sterlitamak branch), Russia
- Fedorishin Dmitriy 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
- Chervonyi Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine
- Chigrinskaya 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 Vasilievna, 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 Vasyliivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Vasyly Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Boiko Ruslan Vasiliovich, 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 Oleksandr Pavlovich, PhD in technical sciences, docent, Priazov State Technical University, Ukraine
- Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, docent, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Tharkahova Irina Grigorevna, PhD in Economics, docent, Adyge State University, Russia
- Vitroviy 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
- Katerynychuk 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 Oleksandr-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 Iurii Olexandrovych, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture, Ukraine
- Smutchak Zinaida Vasyliivna, 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 Valentuna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenes, Ukraine
- Demyanenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenes, 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
- Kalabaska Vira Stepanivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychina, 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
- Shepel Yuri Alexandrovich, Doctor of Philology, Professor, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine
- Kuris Yuri Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya National University, Ukraine
- Kalinichenko Irina Alexandrovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Sumy State Pedagogical University named after A S Makarenko, Ukraine
- Kagermazova Laura Tsraevna, Doctor of Psychology, Professor, Chechen State Pedagogical Institute, Russia
- Kravchenko Olena Ivanivna, Doctor of Pedagogical Sciences, assistant professor, Luhansk National Taras Shevchenko University, Ukraine
- Redkous Vladimir Mikhailovich, Doctor of Law, Professor, Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Russia
- Evstropov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Russia
- Kononova Alexandra Evgenievna, PhD in Economics Sciences, assistant professor, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
- Svitlana Titova, PhD in Geography, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Tatarchuk Tetiana, PhD in Technical Sciences, Zaporizhzhya Polytechnic, Ukraine
- Chupakhina Svitlana Vasyliivna, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, Vasyly Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Boiko Ruslan Vasiliovich, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Khmelnytsky National University, Ukraine
- Voropayeva Tetiana Sergiivna, PhD in Psychology, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Kirkin Oleksandr Pavlovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Priazovskiy State Technical University, Ukraine
- Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, assistant professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Tharkahova Irina Grigorevna, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Adyge State University, Russia
- Vitroviy Andriy Orestovych, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Ternopil National Economic University, Ukraine
- Khodakivska Olga, Doctor of Economic Sciences, senior researcher, National Research Center "Institute of Agrarian Economics", Ukraine
- Shatkovskiy Andrii, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Katerynychuk 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, assistant professor, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Stanislavchuk Oksana Volodymyrivna, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Mirus Oleksandr-Zenovij Lvovich, PhD in Chemistry, assistant professor, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Belotserkovets Vladimir Viktorovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, National Metallurgical Academy of Ukraine, Ukraine
- Lopuch Piotr Stepanovych, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Belarusian State University, Belarus
- Shvets Iryna Borysovna, Doctor of Arts, Professor, Vinnytsia State Pedagogical University named after M Kotsyubinsky, Ukraine
- Morozov Oleg Viktorovich, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, University of Customs and Finance, Ukraine
- Vykhreshch Vira Olexandrivna, Doctor of Pedagogy, professor, National University "Lviv Polytechnic", Ukraine
- Okhrimenko Viacheslav Mykolaiovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Kharkiv National University of Municipal Economy named after A M Beketova, Ukraine
- Podchashynskiy Yurii Oleksandrovych, Doctor of Technical Sciences, professor, Zhytomyr Polytechnic, Ukraine
- Bilavych Halyna Vasyliivna, Doctor of Pedagogy, professor, Vasyly Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Hurin Ruslan Serghiyovych, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, South Ukrainian National Pedagogical University named after K D Ushinsky, Ukraine
- Sukhomlinov Anatolii Ivanovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Popova Julia Mikhailivna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Poltava State Agrarian University, Ukraine
- Kononenko Mykhailo Mykhaylovych, PhD in Public Administration, assistant professor, Poltava raionna glad, Ukraine
- Muliar Volodymyr Ilyich, Doctor of Philosophical Science, Professor, Zhytomyr Polytechnic, Ukraine
- Yefimova Olha Mykolajivna, PhD in Pedagogical Sciences, Senior Lecturer, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Khymai Natalia Ihorivna, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Zarivna Oksana Tymofiyivna, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Shalova Natalia Stanislavivna, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Mitina Lubov Sergiivna, PhD in Philology, assistant professor, Kharkiv State Academy of Culture, Ukraine
- Suima Irina Pavlivna, PhD in Philology, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine



UDC 629.238

COLOR AND TEXTURE ON THE CANVAS VS IN DIGITAL: AUTOMATION AND DIGITALIZATION OF CREATIVITY**ЦВЕТ И ТЕКСТУРА НА ХОЛСТЕ И В ЦИФРЕ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОЦИФРОВКА ТВОРЧЕСТВА****Girman A.V./ Гирман А.В.***Student / студент***Babanska L.A./ Бабанская Л.А.***Student / студент***Tyutyunnik I.Y./ Тютюнник И.Ю.***Student / студент***Matvieieva T.V./ Матвеева Т.В.***PhD / к.пед.н, доцент кафедры**ORCID: 0000-0003-4079-4901**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",**Kyiv, Av.Peremogy, 37, 03056**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», Киев, пр. Победы, 37, 03056*

Abstract: It was investigated the nature of light color and its peculiarities in different spheres, influence of technological development on art and varieties and peculiarities of modern artist tools were examined and analyzed. Also, the basics of 3D printing and new eco-development trends of large corporations were covered. A comparison of digital art and traditional art is given as a summary.

Key words: light, color, 3D print, digital, graphic tablet, art tools, stylus, brushes, plastic, materials, painting, eco-friendly.

Introduction. On the color theory and its perception by a viewer:

1. The nature of light. The majority of people experience the world by visual information, so color, as an image component, plays a significant role in perceiving the world around us. Physically, color is a property of light, namely the visible spectrum of electromagnetic waves (wavelength from 380 to 750 nm). For a clear perception of color, it is sufficient to have information about its characteristics such as *hue* (tint), *intensity* (saturation) and *brightness*; this set of information helps to distinguish one particular color from all the others.

As the light is an electromagnetic wave, or rather, has a complex particle-wave nature, it has such parameters as the length of the wave (in nanometers), frequency (in Hertz) and photon energy (in electron volts, $1 \text{ EV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$). The photon energy is proportional to the frequency of the wave and is inversely proportional to the length of the wave.

The general equation of photon energy: $E = \frac{hc}{\lambda}$, where h , c are constants, h – the Planck's constant, c is light velocity. Another formula is used in optics: $E = h\nu$, where ν is the photon frequency.

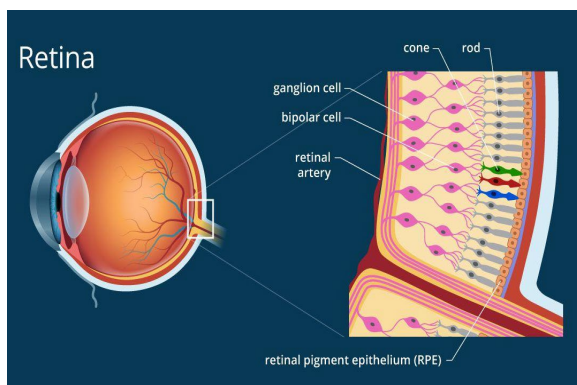
The principle of color perception is based on the reflection of waves with a certain length by the surface of an entity or object followed by detection by the



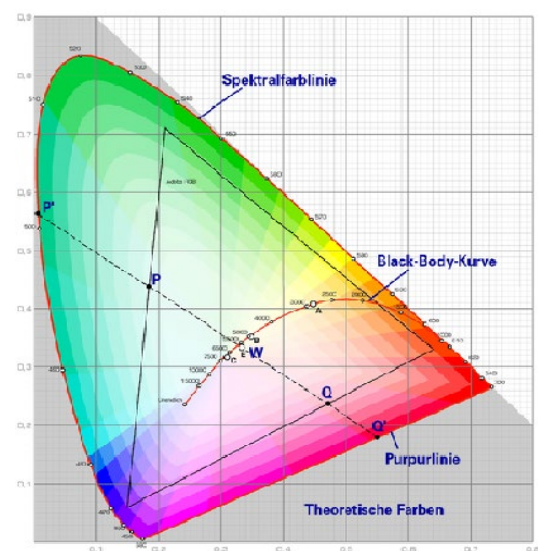
human eye. The color vision is realized by receptors with different sensitivities to light. In humans, these receptors are located on the retina, the light-sensitive tissue on the back of the eye. Interaction of a quantum of light with a corresponding pigment takes place in the photoreceptors [1]. The brain recognizes colors, based on the value of the excitation stimulus, which the receptors recognize. There are four such receptors in the human eye. The first type, *rods*, is responsible for night vision with poor illumination (*scotopic vision*). They contain a macromolecular compound of rhodopsin composed of vitamin A aldehyde - retinal and opsin protein. Capture of light photon by the optic pigment is accompanied by isomerization of one of its constituent parts - retinal. Photochemical conversion of optic pigments is initiated by their inhibition of the photon and transition to a higher energy level, which is accompanied by their stereo isomerization. This results in a number of transitional products and mature connection of retinal to opsin. All this contributes to increased membrane penetration and transmission of light by the optic nerve to the brain.

The other three (L, M and S *cones*) are used for color vision (*photopic vision*) at higher light levels. There are some additional photoreceptors which are not used for vision, but for regulating the circadian rhythm [2]. In the photopic vision regime, the color information for each location on the retina (i.e., for one image point) has only three dimensions, which means that the results can be associated with points in a three-dimensional *color space*, and the vision is called to be *trichromatic*.

The detailed representation is shown on the illustration below (img-1) [3].



Img-1



Img-2

According to the Young-Helmholtz trichromatic (three-color) theory, color vision implies tricromatism property, i.e. subtracting the light into the three main domains – the red, green and blue. Some postulates of the theory include the following (img-2) [4]:

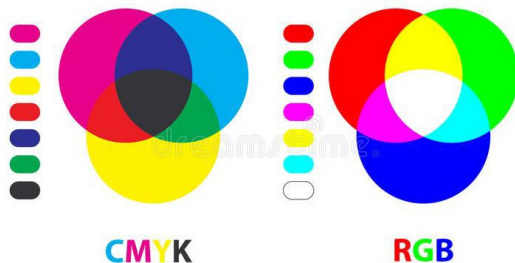
- Color vision is due not so much to the physic of visible light as to the structure of retina.
- Any color can be produced by additive mixing of the primary spectral colors: red, green and blue.



- In the case of color stimuli, at least two of the three cone types are simultaneously excited by incident light, which makes such a mixture possible.

In most cases, a color space has three dimensions, according to the three different kinds of color receptors used for **photopic vision** of the human eye, having *trichromatic vision*. Consequently, a color value can usually be specified with the combination of three-color coordinates (*tristimulus values*). It can be considered as a combination of three *primary colors*, with each color coordinate specifying the strength of the contribution of one primary color. Some color spaces use primary colors which cannot be physically realized (*imaginary colors*). The mixing of primary colors is additive in most cases (e.g. in RGB color spaces), but subtractive in some others, e.g. in CMYK color spaces, related to the mixing of pigments or dyes. The image above shows different instances of mixing color coordinates within the RGB color space (img-3) [5].

2. Going digital. Considering the spheres of application of color models - *printing* and *digital painting* - the principle of their operation has its own peculiarities related to the methods of representation of colors in different information coding systems. For example, in the hexadecimal number system, each color is assigned a so-called **hex code** - a sequence of characters (numbers and Latin letters), which begins with the hash symbol #. This system is very common in programs for drawing and bitmap editors (Adobe Photoshop, Krita, etc.). Each pair of digits is one byte of information (three bytes in total) and shows the intensity of black, green and blue components in a certain color (see diagram below) (img-4) [6].



Img-3

Maroon #800000	Red #FF0000	Orange #FFA500	Yellow #FFFF00	Olive #808000
Purple #800080	Fuchsia #FF00FF	White #FFFFFF	Lime #00FF00	Green #008000
Navy #000080	Blue #0000FF	Aqua #00FFFF	Teal #008080	
Black #000000	Silver #C0C0C0	Gray #808080		

Img-4

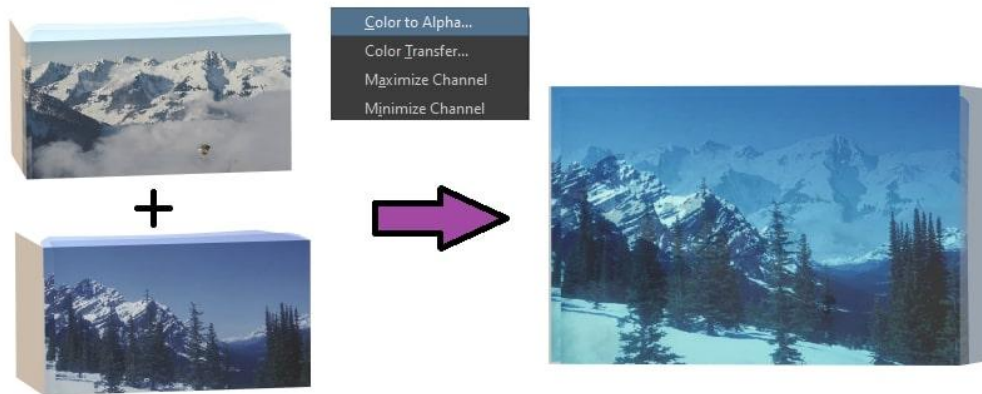
Also, a common type of encoding is **RGB Code** - color function, which contains three variables - values of intensities of black, green and blue colors. An example of the red color coding looks like this: *red* (255, 0, 0). As you can see, this color is fully determined by the red part.

The color mixing itself uses the concept of *color channels*. They are three basic colors - black, green and blue. The **alpha channel** is distinguished among them as well as the **grayscale**.

The *alpha channel* is a color component that represents the degree of transparency (or opacity) of a color (i.e., the red, green and blue channels). It is used to determine how a pixel is rendered when blended with another. Its value can be represented as a real value, a percentage, or an integer: full transparency is 0.0, 0% or 0, whereas full opacity is 1.0, 100% or 255, respectively. The alpha channel is used primarily in **alpha blending** and **alpha compositing** [7]. When a color (source) is



blended with another color (background), e.g., when an image is overlaid onto another image, the alpha value of the source color is used to determine the resulting color [8]. If the alpha value is opaque, the source color overwrites the destination color; if transparent, the source color is invisible, allowing the background color to show through. If the value is in between, the resulting color has a varying degree of transparency/opacity, which creates a translucent effect. The blending of two mountain landscapes [9] with the addition of red will result in the following:



There is also one more common color model – CMYK - *the subtractive color model* used in printing industry, above all for multicolor printing. It is used in printing machines and color printers. In CMYK four colors are used (Cyan, Magenta, Yellow and Key color), where black is often used as the fourth one.

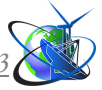
Subtractive is a color transmission model based on colors that absorb certain areas of the light spectrum [10]. The model is based on the exclusion of certain colors from white. The core principle is that light beams are reflected by the surface of paper sheets. Thus, the needed hue palette is created. Such set of colors is not chosen randomly, because cyan only absorbs red, magenta - only green, and yellow – only blue.

The images obtained in this way satisfy the technical requirements for the multicolor printing.

A righteous tool of the modern artist. Through-out all human history, people used tools to create their art. Different techniques were invented, both simple and complex. To this day people come up with different ways to utilize the same tools and materials. But recently, an unfathomably massive breakthrough happened in the field of visual art.

But before getting into that, let's talk about other painter's tools. A paintbrush is the primary tool of a painter. How much do we know about it is physical characteristics? Let's look deeper into it. There are different kinds of brushes: synthetic, bristle, squirrel, and horsehair. What difference does it make? What does the quality of the brush depend on? Here the key qualities are friction, pressure and flexibility. These factors determine the brushstroke and line thickness. The harder and thinner the brush – the bigger the pressure (i.e. bristle brushes). The softer and wider – the smaller (i.e. squirrel brushes).

But the brushes aren't going to draw a picture all on their own. What about the paints? You may know the basic types of paints. These include aquarelle, gouache,



acrylic and so on. Instead of that, let's investigate the paint's physical qualities. Adhesion is very important for paints and inks. It influences the friction of touching surfaces: as such, with low adhesion the friction will be minimal. It is very important in the creation of paints.

Another essential thing that answers for the qualities of paints are pigments. Pigments are powder-like colored substances. Each has its own aspects like hiding power, thickness, hardness, resistance to the elements, chemical reagents and high temperatures, and others. Pigments are different colors because of their ability to only reflect selective rays of visible light. A pigment that reflects nearly all rays that fall onto its surface will look white and a pigment that absorbs most rays will seem black. There are two primary types of pigment: natural (lapis lazuli, malachite etc.) and biological (derived from organisms).

People spend massive amounts of money to find out what type of artistic tools works best for them. They save up, spend time looking for specific places that sell specific materials and it's never certain: Will it even fit you? Would you enjoy the process? Are you fit enough to produce a good result? And you can only learn the truth after spending rather big money. But everything changed with the invention of the graphic tablet.

A graphics tablet is a computer input device that enables a user to hand-draw images, animations and graphics, with a special pen-like stylus, similar to the way a person draws images with a pencil and paper. But it has a great many other applications.

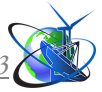
Working Principle:

The pen may be battery-powered or may have a cord. When a user draws a line using the stylus, the coil circuit transfers the signals to the main circuit inside the stylus. This calculates the number of line-lengths, while the pressure sensitive capacitor measures the pressure of the lines. The data signal is generated by the stylus and detected by a grid of wires in the tablet called the sensor board.

The horizontal and vertical wires of the tablet operate as both transmitting and receiving coils. The tablet generates an electromagnetic signal, which is received by a circuit in the stylus. The stylus works as an antenna that receives the signal and generates another electromagnetic field that "talks" back to the tablet.

The remarkable thing is we can replace almost all art tools invented by man, using only the graphic tablet. And not just that, we can create countless more. All because of the extremely flexible adjustment of brushes in the digital painting software. (This adjustment can include tons of sliders that answer for: the size in the beginning of the stroke and the end, hiding power and mixing with different colors, material and form of the brush, how the color changes during the stroke and much else.) With the help of self-made brushes, the look of your illustration's changes and transforms. Here are some examples of works done on a graphic tablet. A perfect example of how you can customize your brushes and make your drawing process a lot faster and easier. Just look at the windows on any of the buildings depicted, by using a square brush with some extra settings I saved myself plenty of time (img-6).

For comparison with the stylus, let's take a tried and true tool that gets used by a great deal of painters day after day. A paintbrush.

**Img-6**

Shape: Same with brushes, styluses come in many shapes and sizes with rubber inserts for better grip. Everyone can find one that suits them best.

Wear and tear: Both depend on the product quality. But brushes have many parts that deteriorate over time. (the bristles wear out, the tip becomes less sharp, the individual bristles fall out and become messy, so it becomes harder to make clean straight lines). Whereas, in styluses, only the tip wears down and after a very long time at that (5-6 months of active work per tip) and usually that's not a big issue because 8-16 additional tips always come with your initial drawing tablet. Just don't drop the stylus on the floor, not all models are capable of withstanding a lot of hits.

Price and ergonomics: Styluses are pricier on the initial purchase but serve a very long time so the one that comes with your graphic tablet is enough up until you decide to buy a new graphics tablet. Also, one stylus replaces all the pens, paints and pencils, because you can replicate all of them with tools that you find in painting software. You also have no need for inks and paints, because in digital art, you can draw indefinitely.

Additionally, a graphic tablet is an eco-friendlier option. If everyone used them to create their art – the consumption of stationery and paint will greatly reduce. Also, if we stop buying paint brushes, we'll save the animals whose fur is being used for them.

The graphic tablet industry is only growing nowadays. Digital art is becoming increasingly more popular since it's so accessible. Fairly recently, styluses that don't require wires and batteries to work came into the market. (This technology works through magnetic resonance. Only the circuit is responsible for receiving and transmitting the signal).

Besides your regular graphic tablets, which were used just for reading the signal of the stylus, a drawing tablet (also known as pen display) was invented. They are a screen on which you can draw instead of just a regular board with a grid. Drawing



tablets are much easier to adapt to than the graphic tablet, because the latter makes you move your stylus around while looking into a different spot i.e. a computer monitor.

Also, because of their size and heft, the graphic tablets are hard to carry around with you to draw in scenic places or cafes and such. So, Apple released their iPad Pro 2 which has the same qualities as regular tablets but is highly portable. You can take it with you to draw in a cafeteria or at a friend's place and then finish your work on your home drawing tablet and PC, since all the programs are multi-platformed.

Basics of 3D printing: new opportunities

1. Main provisions

The very essence of 3D-printing for every existing technology is creation of volumetric objects from a set of flat material layers.

The digital production model is divided into layers by special software called slicer, and the printer combines these layers, one on top of the other, to form a three-dimensional object. In this way, a number of spheres can be combined to form a single, voluminous workpiece. This is why this joining method is called *additive technology*.

There is a generalization, but technologies differ:

- Fused Deposition Modeling (**FDM**), also known as Fused Filament Fabrication (the cheapest and the most widespread).
- Selective Laser Sintering (**SLS**).
- Stereolithography (**SLA/DLP/LCD**).
- Selective Laser Melting (**SLM**).
- Multi-Jet-Modeling also Poly-Jet-Modeling (**MJM/PJM**).
- Color Jet Printing (**CJP**).

FDM. Fused Deposition Modeling, also known as Fused Filament Fabrication, is the most common and the most widespread type of 3D-printing.

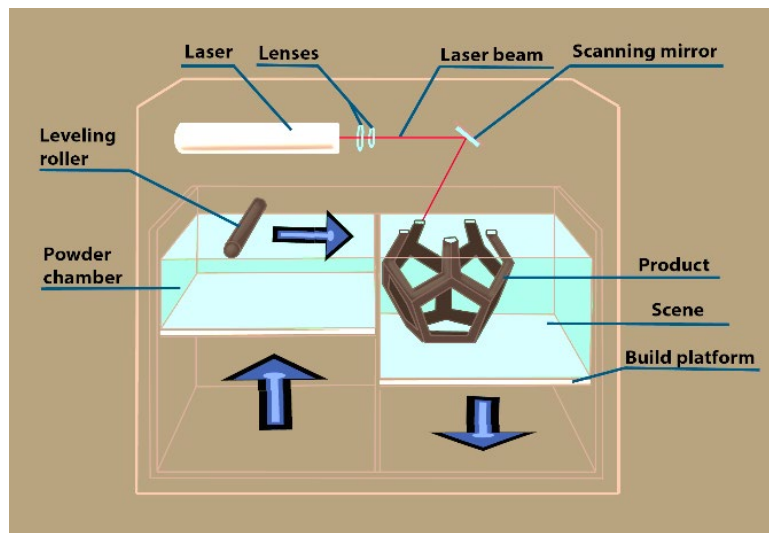
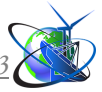
The standard FDM device works as a glue gun since the development of FDM technology began with investigations with hot melt adhesives. Plastic rod is blown through a hot nozzle, where it is melted coming out of it laid with layers. The process is repeated again and again until the finished 3D object is created.

The only difference is that 3D printers do not use shear thermal adhesive, but a plastic filament wound on coils.

SLS. The technology is based on point-to-point linking of powders with different components by laser exchange. The parts produced are light and very strong, which makes selective laser joining an excellent choice for manufacturing products without high equipment costs (img-7).

2. Materials

Like any manufacturing process, 3D printing needs high quality materials that meet consistent specifications to build consistent high-quality devices. To ensure this, procedures, requirements, and agreements of material controls are established between the suppliers, purchasers, and end-users of the material. 3D printing technology is capable to produce fully functional parts in a wide range of materials including ceramic, metallic, polymers and their combinations in form of hybrid, composites or functionally graded materials (FGMs).



Img-7

Metals. Metal 3D printing technology is attracting a lot of attention in aerospace, automotive, medical, and other fields. Metal materials have excellent physical properties and this material can be used for complex industries from printing human organs to aerospace details. Examples of such materials are aluminum alloys, cobalt-based alloys, nickel-based alloys, alloys stainless steels and titanium alloys.

Cobalt-based alloy is suitable to use in the 3D printed dental application. This is because, it has high specific stiffness, resilience, high recovery capacity, elongation, and heat-treated conditions

Furthermore, 3D printing technology has the capability to produce aerospace parts by using nickel-base alloys. A 3D-printed object produces using nickel-base alloys can be used in extreme environments. This is because it has high corrosion resistance and the heat temperature can resistant up to 1200 °C.

Lastly, 3D printing technology also can print out the object by using titanium alloys. Titanium alloy with have very exclusive properties, such as ductility, good corrosion, oxidation resistance and low density. It is used in high stresses and high operating temperatures and high stresses, for example in aerospace components and biomedical industry.

Polymers. 3D printing technologies are widely used for the production of polymer components from prototypes to functional structures with difficult geometries. By using fused deposition modelling (FDM), it can form a 3D printed through the deposition of successive layers of extruded thermoplastic filament, such as polylactic acid (PLA), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), polypropylene (PP) or polyethylene (PE). Lately, thermoplastics filaments with higher melting temperatures such as PEEK and PMMA can already be used as materials for 3D printing technology. 3D printing polymer materials in liquid state or with low melting point are widely used in 3D printing industry due to their low cost, low weight and processing flexibility. Mostly, the materials of polymers played important role in biomaterials and medical device products often as inert materials, by contributing to the efficient functioning of the devices as well as providing mechanical support in many orthopedic implants.



Ceramics. Nowadays, 3D printing technology can produce 3D printed object by using ceramics and concrete without large pores or any cracks through optimization of the parameters and setup the good mechanical properties. Ceramic is strong, durable and fire resistant. Due to its fluid state before setting, ceramics can be applied in practically any geometry and shape and very suitable on the creation of future construction and building. According to, they said ceramics materials is useful in the dental and aerospace application. The examples of this materials are alumina, bioactive glasses and zirconia. Alumina powder for instance has the potential to be processes by 3D Printing technology. Alumina is an excellent ceramic oxide with a very wide range of applications, including catalyst, adsorbents, microelectronics, chemicals, aerospace industry and another high-technology industry. Alumina has great curing complexity. By using 3D printing technology, complex-shaped alumina parts with has a high density after sintering and also has high green density can be printed. Furthermore, in successive experiment, Stereolithographic (SLA) machine was used to process glass-ceramic and bioactive glass into dance part. It significantly improving the bending strength of this materials. The increasing of the mechanical strength will open up the potential for apply bioactive glass in relevant clinical structure such as scaffolds and bone. By using Stereolithographic Ceramic Manufacturing (SLCM), it is probable to produce solid bulk ceramics with high densities, very homogeneous microstructure, high compression strength and bending. Meanwhile, zirconia are the main construction materials in nuclear power sectors, using for element tubing. Hafnium-free zirconium is very suitable for this application because it has low susceptibility to radiation and also has low thermal neutron absorption.

Composites. Composite materials with exceptional versatility, low weight, and tailorable properties have been revolutionizing high-performance industries. Examples of composite materials are carbon fibers reinforced polymer composites and glass fibers reinforced polymer composite. Carbon fiber reinforced polymers composite structures are widely used in the aerospace industry because of their high specific stiffness, strength, good corrosion resistance, and good fatigue performance. At the same time, glass fibers reinforced polymer composites are widely used for various applications in 3D printing applications and have great potential applications due to the cost-effectiveness and high-performance. Fiberglass has high thermal conductivity and a relatively low coefficient of thermal expansion. Furthermore, fiberglass cannot burn and is not affected by curing temperatures used in manufacturing processes, therefore, it is very suitable for use in the 3D printing applicant.

Smart materials are defined as this material have the potential to alter the geometry and shape of object, influence by external condition such as heat and water. The example of 3D printed object produces by using smart materials are self-evolving structure and soft robotics system. Smart materials also can be classified as 4D printing materials. The examples of group smart materials are shape memory alloys and shape memory polymers. Some shape-memory alloys like nickel-titanium can be used in biomedical implants to microelectromechanical devices application. In the production of 3D printed products by using nickel-titanium, transformation



temperatures, reproducibility of microstructure and density is the important issue. Meanwhile, Shape memory polymer (SMP) is a kind of functional material that responds to a stimulus like light, electricity heat, some types of chemical and so on. By using 3D printing technology, the complicated shape of shape memory polymer could be easily and conveniently to produce. The quality evaluation of this material is performed based on the dimensional accuracy, surface roughness and part density.

Specials materials. The examples of special materials are:

- Food 3D printing technology can process and produce the desired shape and geometry by using food materials like the chocolate, meat, candy, pizza, spaghetti, sauce and so on. 3D-food printing can produce healthy food because this process allows customers to adjust the ingredients of materials without reducing the nutrients and taste of the ingredients.

- Lunar dust 3D printing process has the capability to directly produce multi-layered parts out of lunar dust, which has potential applicability to future moon colonization.

- Textile with 3D printing technology, jewelry and clothing industry will be shine with the development on 3Dtextile printing. Some advantage of 3D printing technology in fashion industry are short processing time to make the product, reduced costs related with the packaging and reduce supply chain cost.

New tendencies of eco-technologies of productions



Img-8

The cosmetics brand «Elseve L'Oréal Paris» has recently released an advertisement stating switched to the production of shampoo and hair conditioners bags (apart from the cap and barrette) entirely from recycled plastic, which is 100% re-recyclable. There was also news that Coca-Cola has developed a strategy to develop eco-technologies for container production. In addition, Ford announced the beginning of production of some parts for cars from waste products of 3D-printing (img-8). The company has been producing some parts for automobiles by three-dimensional printing method for a long time, but this technology produces little waste products. HP and Ford have developed a waste-to-life technology which extends the operating time of the recycled materials. Terex is recycling and granulating and using it for injection molding. They demonstrated the process on an F-250 pickup - the first of its kind for the automotive industry. Besides, parts produced by this method are 7% lighter and 10% cheaper.

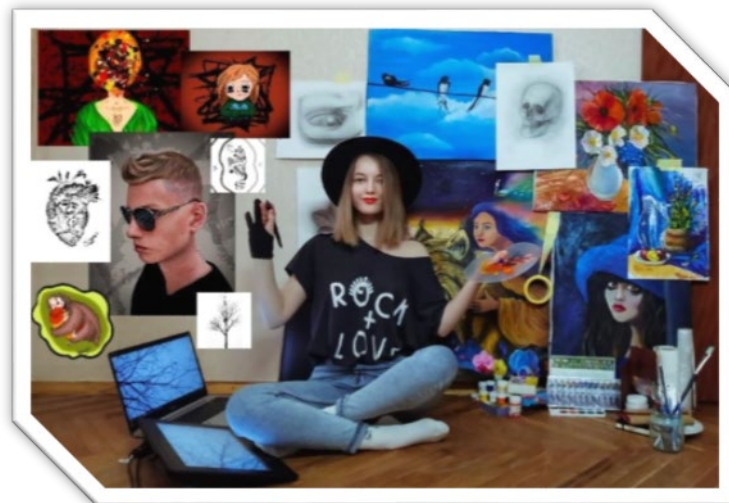


PLA is one of the cheapest and most widespread materials for 3D printing. It is not pretentious, non-toxic, and suitable for use in the food industry, which makes it safe even for children and animals. As well as being easy to use, the material captures the geometry of objects perfectly and can be used to create different surface features, so it is widely used in the construction of prototypes, mock-ups, prosthetics, and parts.

It is also important that plastic is plentiful, even abundant, so new ways of using it are constantly being sought. Nevertheless, despite some difficulties in processing, it has no competitors in the market of cost-effective materials.

Properly recycled plastic material is not only cheap and safe, but also has a very good technological performance. Its recycling can reduce the amount of plastic debris on the Earth by several times, and thereby improve the environmental situation on our planet. This is a great step forward for all humanity.

Symbiosis of art with digital technologies



Everyone knows about the existence of 3D movies and even 5D cinemas. And what if we create 5D pictures? With the development of technological progress, we have new opportunities of creating paintings and sculptures without dozens of palettes, tools and marble breasts, just a computer and a printer. You don't need to improve your skills for years and use hundreds of kilograms of materials - everything is in your gadget. You no longer need a separate workshop - just a laptop and a mouse. For work it is enough to study one of numerous graphic editors (Adobe Illustrator CC (Ai), Adobe Photoshop CC (Ps), AutoCAD, T-Flex CAD, 3D-Max, Inkscape, Adobe After Effects, GIMP, Krita, SketchUp, Blender, Hexagon, Movavi Photo Editor, Pixelmator, CorelDRAW Graphics Suite, Adobe InDesign, Paint etc.), available for every taste. You can learn 2D graphics or 3D and create anything you want. So, to draw perfectly you will need time, there is no program that will read your thoughts and embody them on the screen, or buttons that will instantly make your work perfect, but there are a lot of benefits, for example, if you did something wrong, then it is enough to cancel this step and not start all over again. Also, you have at hand all the paints and all the brushes that just exist, moreover, you can create your own, as it was described in more detail above. All the achievements of mankind allow us to create very cool things.



With the invention of cameras, the art of antiquity no longer aroused much admiration, so artists began to look for new ways to people's hearts and new ways to regain popularity, so the styles of abstractionism and others were invented. Now everyone is oversaturated with once a popular art form and needs something new. Multidimensional paintings can become this new thing.

There is already a printer that prints canvases "under oil". This is a good alternative to the classic creation of paintings. This technology is cheaper and helps the environment by using recycled plastic instead of natural materials (wood, animal fur, eggs, fresh water, etc.).

Yes, the pleasure of the process of writing masterpieces can't be replaced by some kind of screen. Drawing is a process for the soul. Holding a stylus in your hand is nothing compared to the feeling on your fingers of paint and inspiring aromas of the workshop. However, there are already different nozzles for styluses and film on the screen, which together mimic different means of creating canvases. If you are worried about visual acuity, then adjusting the screens makes this process as safe for the eyes as the classic ways (in professional slang - tradishka). And by adding the necessary flavor to the printer consumables, you will get a product that will not be worse than the traditional.

With a large technological base, you can print works of art with specified properties such as odor, surface character, roughness, color, hardness, transparency, width, length, height, change the work overtime, luminescence and more.

Knowing how color and light work, this or that material and its characteristics, it is easy to model their behavior in the field of editors. You can set its change over time, knowing the reaction of a particular pigment to the action of UV radiation from the Sun, or the effect on the surface of the material temperature, which gives a great advantage to three-dimensional printing.

In addition to the practical use of new inventions (creation of prostheses, machine parts, gadget cases, furniture, organs) they can be directed to the mental needs of people (entertainment, hobbies, to satisfy aesthetic hunger) [6-11].

Conclusions.

Light is a powerful phenomenon, which, in fact, creates the world for us, if we solely take into consideration the visual aspect of its perception. Electromagnetic waves of the spectrum visible to the human eye, depending on the key parameters (intensity, wavelength and others) form a real tool for investigating the nature of matter around us. Nature of this phenomenon is wonderfully described by optical laws of spreading, reflection and refraction of light. All this comprises geometrical optics based on axioms and rules of geometry, which give not less wonderful possibility to interpret light from the mathematical point of view, as we have seen on the application of color models. All these methods and properties give a substantive explanation of the nature of one of the most important phenomena of the natural world - light.

Nowadays artists have a much bigger potential of visualizing any idea. They don't need to worry if they have enough ink or paper. Everything is unlimited moreover the tool arsenal is expanding more and more with every new update of digital art software. Also, it's a really great choice if you care about ecology.



References:

- [1] I.V. Mischenko, General characteristics of sensory systems. Investigation of the sensory and auditory sensory system,
<https://physiology.umsa.edu.ua/storage/common/docs/8KMeT6viuQUhN14Eu33b70A90ihxRqAUrv9EYHbF.pdf>
- [2] R. Paschotta, article on 'color vision' in the RP Photonics Encyclopedia, accessed on 2021-04-06.
- [3] N. Welsch, Dr. Claus Chr. Liebmann, Theorien des Farbensehens:
<https://www.springerprofessional.de/theorien-des-farbensehens/10491158>
- [4] N. Shahrubudin, T.C. Lee, R. Ramlan, An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications, Procedia Manufacturing, Volume 35, 2019, Pages 1286-1296, ISSN 2351-9789,
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.089>.
- [5]
https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2021/03/25/leading-a-sustainable-revolution.html?utm_source=ixbtcom
- [6] <https://3dprinter.ua/najdeny-novye-sposoby-pererabotki-pla-plastika/>
- [7] <https://top3dshop.ru/blog/how-3d-printer-works.html>
- Images:
- [8] <https://www.allaboutvision.com/resources/retina.html>
- [9] <https://de.wikipedia.org/wiki/RGB-Farbraum>
- [10] <https://stuyhsdesign.wordpress.com/basic-html/web-colors/>
- [11]
<https://www.gettyimages.de/fotos/mountains?family=editorial&phrase=mountains&ort=mostpopular#license>

Аннотация: Исследована природа цвета и его особенности в различных сферах, влияние технологического развития на искусство. Изучены и проанализированы разновидности современных инструментов художника. Также были освещены основы 3D-печати и новые тенденции экологического развития крупных корпораций. Подано краткое сравнение цифрового искусства и традиционного.

Ключевые слова: свет, цвет, 3D печать, цифровой, графический планшет, инструменты для рисования, стилус, кисти, пластик, материалы, живопись, экологичность.

Статья отправлена: 08.04.2021 г.

© Гирман А.В., Бабанская Л.А., Тютюнник И.Ю., Матвеева Т.В.



UDC 629.238

ELECTRIC CARS. DEVELOPMENT PROSPECTS AND TECHNICAL FEATURES**ЭЛЕКТРОМОБИЛИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ****Khalaim D.S./ Халаим Д.С.***Student / студент***Irina K.E./ Ильина К.Е.***Student / студент***Tsaregorodtseva E.O./ Царегородцева Е.А.***Student / студент***Matvieieva T.V./ Матвеева Т.В.***PhD / к.пед.н, доцент кафедры**ORCID: 0000-0003-4079-4901**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",**Kyiv, Av.Peremogy, 37, 03056**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», Киев, пр. Победы, 37, 03056*

Abstract: Perspectives of massive usage of such cars in Ukraine in the nearest future and providing a deepest understanding of how electric cars work. Summarize advantages and disadvantages of using electric vehicles including cost of fuel, efficiency, speed, costs and reliability. Dive into battery structure, and finding a way to use battery after it becomes unfit for powering a car. Providing an average time of recharging car. Consideration of differences between gasoline-powered vehicles and electric. An answer to one of the most common question regarding electric vehicles: "Is electric car automatic?". For what conditions are they intended to. Reviewing all types of battery-driven vehicles (HEV, PHEV, BEV, FCEV). Finding a resolution of how to make electric vehicles completely safe regarding environment. This article has a great influence for people who doubting between gasoline-powered vehicles and electric. Furthermore, art contains not common facts.

Key words: electric vehicle, electricity, car repair, recharging station, engine, motor, batteries.

Introduction. Scientists and engineers all over the world are actively searching for alternative sources of energy for cars, which have to be used to improve their economic characteristics and make the world a cleaner place to live. This theme has become so relevant to talk about for more and more people, including students, every day. As future engineers, we are interested in understanding the features of electric cars and the possibility of automating their installation. We also want to improve the ecological state of the world and make traffic safer for the lives of drivers and pedestrians since electric vehicles are less likely to blow up.

Analysis of publications. Electric vehicles become the most useful and powerful contribution in our future. Through their entire lifetime, electric cars are better for the climate. Because electric vehicles are more efficient in converting energy to power cars and trucks, electricity across the board is cleaner and cheaper as a fuel for vehicles, even when that electricity comes from the dirtiest grid. All over the world people are working hard on making these cars' batteries complete recycled [14].



Purpose and problem statement. The purpose of the work is to encourage society to choose electric cars instead of petrol-powered vehicles with the intention of making our planet cleaner in the nearest future. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: to assess the prospects of development in Ukraine; to go deeper into the work of electromobility; to explore the impact on the environment.

Which is an electric car. Advantages and disadvantages. An electric car is a vehicle which starts with help of one or several electric engines powered by an autonomous power supply (rechargeable batteries), not by an internal combustion engine [1, 2]. Advantages of electric cars over cars with internal combustion engines are:

- The cost of oil fuel is constantly growing, since it is consumed in huge quantities. While electricity costs for battery recharges are becoming lower instead.
- It has higher efficiency, which is connected with lower number of losses.
- An electric vehicle's engine does not emit harmful gases into the environment.
- Electric cars are able to provide quiet and smooth speed up with better acceleration.
- In case of an accident, airbags will deploy, collision sensors will disconnect the batteries and an electric car will stop.
- The cost of electric cars is constantly decreasing. Rechargeable batteries used to be very expensive, but with the mass production; their cost decreases sharply.
- There is a higher reliability due to smaller number of parts and components, maintenance and repair costs are going to be cheaper as well.

It is commonly believed that there are no disadvantages of electric cars, but that is not true:

- The need of creation an extensive network of stations for recharging.
- You also have to pay for electricity consumption, besides different electric cars consume different amount of electricity.
- Quite low mileage on a one single charge and limited speed. However, some models can travel up to 480 kilometers without recharging.
- It takes approximately 8-10 hours to fully recharge an electric car, but manufacturers are working on decreasing time of recharge.
- The battery should be replaced every 3-10 years, depend on the car's brand [4].

Features of development of electric cars in Ukraine. Nowadays, the main factor which holds back the mass production of electric cars is insufficient demand due to high cost, low mileage from a single charge, as well as shortage of batteries and their high price. Appropriate infrastructure, an extensive network of charging and service stations are required for the widespread introduction of electric cars in Ukraine. Solution of problems which is connected with using of electric cars is also associated with a change in the legal framework, then more companies will invest in the production and improvement of such cars. Systematic state support is also



important. The introduction of free parking for electric cars, their charging, subsidies for the purchase or special loan system, other measures that differ in increasing the number of people who wish to buy such a car [3].

Structure of electric cars. Motors. As for the inside of car. Electric vehicle's motor's mission is to convert electricity into mechanical energy by the creation of a magnetic field, so people who invented this made us forget about cylinders, pistons, exhaust fumes, etc.

Work of an electric car motor is based on physical process, formed of creation a magnetic field at the stator by using a current which replacement leads to the rotor in motion. This method was made at the 19th century.

Obviously, there are some huge differences between petrol or diesel car and electric vehicle. First of them is that electric motor is simpler, because it has only one moving part in comparison to combustion engine with hundreds of them. Consequently, electric motor is smoother to fix. Furthermore, inside of battery-driven vehicle could be more than one motor **pic.1** [13], so cars which have two motors become four-wheel drive. For instance, as shown at the **pic. 2** [12].



Pic. 1. Nissan Leaf with 1 motor (common on Ukrainian's roads). Front-wheel drive



Pic. 2. Porsche Taycan with 2 motors. 4x4 vehicles

The main benefit is that a car is able to immediately accelerate in motion, since a combustion engine, before it gets on a maximum power, must be rotating at thousands revs. To understand *modus operandi* of electric vehicle – you need to dig in into the physical elements of electric motor: the stator and the rotor. The stator is static, and the rotor spinning. Stator uses an energy for creation a magnetic field which turns the rotor then. So how to make the motor work? There are alternating current motors, which need the use of a conversion circuit to transform the direct current supplied by the battery [8].

More about electric batteries. The most important part in electric vehicle is battery. Therefore, this part of car required the vast majority of the investments, so this is the reason these cars are more expensive than gasoline-powered vehicles. Battery-driven vehicles contain a Lithium-ion (Li-ion, **pic.3**) [14] battery, a rechargeable battery, which is literally the same as in mobile phones and laptops, but much bigger. They have a higher energy density in contrary to lead-acid or nickel-cadmium rechargeable batteries. Furthermore, lithium is the lightest of all metals, but Li-ion batteries have no lithium in it, there are only ions. Manufacturers made everything to protect consumers from battery failure, even when Lithium-ion batteries are much safer than others. Battery and electric motor work together, by battery connecting to electric motor which make the wheels drive [7].



Pic. 3. Li-ion battery

People are able to use electric car's motor to power a home or building by contributing to a battery storage system, this one time when motor cannot anymore power a car. It is commonly when people use EV battery at night, since wind and sunlight reduce, so, they have an opportunity to save money on bills [11].

However, there is no straight answer about what will happen to batteries once they're no longer able to power something. When batteries are "dead" they must be recycled and this process involves separating such materials as lithium salts, cobalt, copper, aluminum, plastic, and stainless steel. In the nearest future manufacturers are planning to recycle all the materials, not only half of it. This process will involve producing new batteries with recovered valuable materials [10].

Obviously, electric vehicles are making our environment a place with less pollution, but this cannot be ideal, until manufacturers are able to easily dispose without harming the environment.

How to charge an electric vehicle. Regarding time of charging an electric car reduces from 30 minutes to more than 12 hours. This generally rely upon the size of the battery and the speed of the charging point. The good thing is that if you running out of power – you will have an extra 100 miles (160.93 kilometers) on the slower speed [9].

As about electric vehicle the charging ecosystem. Charging an electric car is completely different different process in comparison to filling up a petrol vehicle with fuel. Electric car drivers plug-in whenever they park and return to a vehicle with a fuller battery than when they left it. It's best to think "where do I park most regularly?" and look to use chargepoints installed in these locations. As it is commonly believed, that means home, then work, then your other destinations. Occasionally you will need to drive further than the range left in your battery and need to charge en route at a high powered rapid charger.

Charging station at home. How to charge an electric car at home. To charge an electric car at home, there should be a home charging point installed where to park your electric car. There can be used an EVSE supply cable for a 3 pin plug socket as an occasional back up. Drivers usually choose a dedicated home charging point because it's faster and has built-in safety features. A home charger is a compact weatherproof unit that mounts to a wall with a connected charging cable or a socket for plugging in a portable charging cable. Dedicated home charging points are installed by qualified specialist installers.

The cost of driving an electric car is about 2-5p per mile, which means EV drivers can save up to up £40.000 a year when compared to driving a petrol or diesel



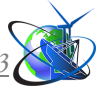
car. Charging speed for electric cars is measured in kilowatts (kW). Home charging points charge car at 3.7kW or 7kW giving about 15-30 miles of range per hour of charge (compared to 2.3kW from a 3 pin plug which provides up to 8 miles of range per hour). Maximum charging speed may be limited by vehicle's onboard charger. If your car allows up to 3.6kW charging rate, using a 7kW charger will not damage the car. Most domestic properties have single phase power which means the maximum charging rate is 7kW. While faster chargepoints are available (such as a 22kW unit), these are usually found in commercial properties where there is a three phase power supply.

You can charge your electric car at home as often as you need to. It can be treated the same as charging a mobile phone, fully charging overnight and topping up in the day if necessary. While it is not necessary for most to charge every day, many drivers plug in each time they leave their car out of habit, giving them maximum flexibility should they have to make an unexpected journey. By charging overnight, electric car drivers can take advantage of cheap nighttime electricity rates and drive for as little as 2p per mile.

Overnight charging also ensures that the car's battery is full each morning for the day ahead. You don't need to unplug once the battery is full, charging will stop automatically with a dedicated home charger. Most drivers also make use of charging facilities at their workplace or public destinations to top up charge. Most cars will allow driver to set a top charging limit. As more people charge their electric cars at home, smart home chargers are a way to tackle new energy related challenges that will arise for drivers and networks. While an EV driver is saving money overall by powering their car with electricity rather than fossil fuels, their home energy bill will still be bigger than it was before. The good news is, unlike fossil fuels, there are lots of things that can be done to understand and reduce the cost of electricity to get further savings. Many smart home chargers monitor home and EV energy usage so you can get a clear understanding of cost per kWh, which enables you to determine how much you are spending and switch to cheaper tariffs. Also, plugging in overnight may allow you to take advantage of the cheaper "Green" tariffs for electricity generated by generating installations of private households an electric.

Types of recharging systems in Ukraine and all over the world. There are four types of recharging the electric car (it is commonly called Mode). Mode 1 - the most basic. This is AC charging from the household network, when the cable is plugged into a normal outlet without additional protective devices. It does not guarantee safety in the event of overheating of the cable or short circuit, so it is not used in modern electric vehicles. Charging time of a standard electric car with a battery of 20-25 kW per hour usually equals 6-8 hours.

Mode 2 is nearly identical as the first mode, but with the use of another cable with protection. It ensures that there is no short circuit or overheating of the cable, with the help of primitive light indicators informs about the charging process. Unlike chargers, say, laptops, capable of operating in the voltage range of 100-240 volts, car chargers are designed for either Europe (220/230 volts) or the United States (120 volts). If you bought a Nissan Leaf with American charging in the States, you will have to change it to a European one, but it is not necessary.



Mode 3 - high-power AC charging using a separate outlet, which is essentially a special charging station. It has the necessary protection, monitors the charging process, and the car is connected by a built-in cable with a corresponding connector for a specific electric car. The Mode 3 socket can be installed anywhere - at home, in the office, on the street. Consequently, this should be done by a professional electrician. Depending on the type of cable (single-phase or three-phase), charging can produce from 7.2 to 43 kW. Accordingly, the recharging time of a standard modern electric car will be from 4 hours to several tens of minutes. Such stations - home and public - are manufactured by the Ukrainian company E-line. So, you can find such charge point near the Kyiv's Prague restaurant and the Art Mall.

At last, Mode 4 is the fastest way to charge an electric car at the moment. Unlike previous versions, it uses direct current. The popular Japanese standard of the CHAdeMO charging station emits up to 62.5 kW of energy, which allows you to charge the battery of a standard electric car in 20-30 minutes. Tesla equips its cars with large capacity batteries (60 or 85 kWh) and uses its method of fast charging. Tesla Supercharger branded stations generate 135 kW of electricity. Charging in Mode 4 has its own feature: in fact, the battery is quickly charged only 80%, the remaining 20% of the tank is filled very slowly. This is to prevent damage to the traction battery.

Unfortunately, there are no high-speed stations for electric cars in Ukraine yet. They are quite expensive (from \$ 15-20 thousand) and require serious preparation of the power grid. However, next year Tesla Motors plans to open two brand new stations in Lviv and Kyiv.

Are electric cars automatic. Therefore, for conventional cars on the internal combustion engine there is a gearbox. Each gear is responsible for the acceleration of the car. For example, from the 4th gear the car cannot accelerate it does not have enough power. For this purpose, there is the first gear. It is all about power [6]. Electric cars do not need a gearbox, because its engine is so powerful that allows the electric car to start immediately and accelerate to high speeds. That is why electric cars do not have a gearbox. Occasionally there is a lever to change directions forward or backward [14]. Battery-driven vehicles are designed for ideal roads and conditions. For mountain roads or broken roads electric cars are not created, the engine does not have enough energy to overcome the desired distance. Therefore, some electric cars are specially equipped with gearboxes, which does not make electric cars fully automatic [15]. Therefore, basically say that most electric cars are automatic, but not all, because there are exceptions.

Types of electric vehicles. There are many companies for the production of electric cars. And to date, electric cars have been invented and assembled absolutely different types. For instance, we would like to take an ordinary gasoline-powered car and compare each type with it. Find the differences, perhaps the advantages and disadvantages. Electric car works by the internal combustion engine. It is the fuel which is burned in it. There is the hybrid car (HEV). This is a car which has both an internal combustion engine and an electric motor, which in turn is charged from batteries or other power sources. Then there are plug-in hybrids, but they, too, are divided into several types. Namely, serial, parallel and series-parallel [5].



What is the difference? Parallel ones are able to combine the work of an electric and gasoline engine. The REEVs are machines in which the engine revolves the alternator which produces the energy for the batteries. The series-parallel ones can operate on both of the above-mentioned principles. There are also electric vehicles (BEV). It is driven by an electric motor which draws its energy from the batteries and these in turn are charged from external sources. The last type fuel cell electric vehicles (FCEV). They turn hydrogen into electrical energy, and it moves the car. All this happens in the electrochemical generators, and they are in the fuel cell unit.

Conclusions. All things considered, it is too early to talk about the rise of the electric future in Ukraine, but it is possible that electric cars will repeat the history of diesel cars in Ukraine, and in 10 years they will occupy a third of the new cars market. Electric vehicles can become a lifechanging development, when their batteries become recycled, so they could make world a cleaner place to live.

References:

1. Otrosha I.S., Surin E.I. Electric cars. - VNIEM, (1969). P.80.
2. Elon Musk - Tesla, SpaceX and the path to a fantastic future. - TAO, (2018). P. 428.
3. Kuzhel V.P. Modern hybrid power plants for cars / V.P. Kuzhel, DS Stadniychuk // Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference "Modern Technologies and Prospects for the Development of Road Transport", October 21-23, 2013: Collection of scientific papers. - Vinnytsia: VNTU, (2013). P. 145 - 147.
4. Electric car: "pros" and "cons". (2016) Retrived from: <http://www.zr.ru/>[in Russian].
5. Tom Denton. - Electric and Hybrid Vehicles. (2020).
6. Tom Denton. - Automobile Electrical and Electronic Systems. (2004).
7. M.F.Troinin, I.S.Ushakov. Electric cars and electric forklifts. (1967). P. 76-78
8. Smirnov O.P. - Concept of creation of vehicles with alternative electric installations. (2011). P. 88-93.
9. How do you charge an electric car? How long will the battery run in an electric car? (2019). Retrived from: <https://hevcars.com.ua/reviews/kak-pravilno-zaryazhat-elektromobil/> [in Russian].
10. Electric vehicles are environmentally damaging or beneficial. (2019). Retrived from: <https://ev-avto.ru/electricheskie/elektromobili-vred-ili-polza-dlya-ekologii> [in Russian].
11. Electric car batteries: everything you need to know by Tim Pollard. (2020). Retrived from: <https://www.carmagazine.co.uk/electric/ev-car-battery-capacity-tech/> [in English].
12. Porsche Taycan. Retrived from: https://sm.mashable.com/mashable_sea/news/p/porsche-ta/porsche-taycan-will-be-the-first-car-with-built-in-apple-mus_h9fz.png (accessed: 27.02.2021).
13. Nissan Leaf. Retrived from: <https://www.nissan-global.com/COMMON/IMAGES/NISSAN/LEAF/AZE0-001.jpg> (accessed: 27.02.2021).



14. Li-ion battery. Retrived from: https://car-images.bauersecure.com/pagefiles/94766/ev_battery_capacity.jpg (accessed: 27.02.2021).

15. Whether or not there's a gearbox in an electric car, an electric car with a gearbox. "Rambler" is telling about it. (2019). Retrived from: <https://hevcars.com.ua/reviews/kak-pravilno-zaryazhat-elektromobil/> [in Russian].

16. Vermont Energy Investment Corporation - Electric Vehicle Charging Station Guidebook. (2014). P. 25-28.

17. How to charge an electric car. Retrived from: <https://toka.energy/uk/blog/yak-zaryaditi-elektromobil/> (accessed: 28.02.2021).

Анотація: Розглянуто перспективи масового використання електро-автомобілів в Україні найближчим часом та надано глибшого розуміння того, як працюють електромобілі. Вивчено особливості структури акумулятора та знайдено спосіб використовувати його після того, як він стане непридатним для живлення автомобіля. Розглянуто забезпечення середнього часу перезарядки автомобіля. Проаналізовано відмінність між бензиновими автомобілями та електричними.

Ключові слова: електрична машина, електрика, ремонт автомобіля, станція підзарядки, двигун, мотор, батареї.

Стаття отправлена: 29.03.2021 г.

© Ільїна К.Є., Халаїм Д.С., Царегородцева Є.О., Матвєєва Т.В.



УДК 37.018.43

**FEATURES OF DISTANCE TEACHING OF THE DISCIPLINE
"INFRASTRUCTURE OF TRANSPORT SYSTEMS"****ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«ИНФРАСТРУКТУРА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»****Pavlovska L.A. / Павловська Л.А.***c.e.s., as.prof., prof. ONMU/ к.е.н., доц., проф. ОНМУ*

ORCID: 0000-0002-6856-7316

SPIN: 1464-0855

*Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одесский национальный морской университет, Одесса, ул. Мечникова 34, 65029*

Анотація. У статті розглядаються особливості дистанційного викладання дисципліни «Інфраструктура транспортних систем» в Одеському національному морському університеті. Охарактеризовані переваги і недоліки даної форми навчання. Зроблений акцент на економічності і доступності дистанційної освіти в умовах пандемії, а також для працюючих студентів різних форм навчання. Разом з тим відзначені недоліки живого спілкування учасників освітнього процесу, слабка можливість командної роботи і необхідність якісного Інтернету.

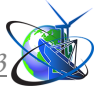
Досліджена можливість комплексного використання в процесі дистанційного викладання методик синхронного і асинхронного навчання. Запропоновано модель змішаного дистанційного викладання і розглянуті її основні складові на прикладі дисципліни «Інфраструктура транспортних систем». Наголошено на необхідності системного застосування всіх складових змішаної методики. У підсумку сформульовані необхідні вимоги для ефективного впровадження дистанційного курсу: чітке планування і грамотна організація навчального процесу, максимальна інтерактивність викладача і студентів, постійні зворотний зв'язок і контроль за процесом навчання.

Ключові слова: дистанційне викладання, методика, синхронне навчання, асинхронне навчання, веб-конференції, online – семінари, вебінари.

Вступ. У ХХІ столітті неможливо собі уявити освітній процес без використання сучасних комунікаційних технологій. У зв'язку з наростаючими темпами інформатизації суспільства, зростанням пропускну здатності комунікаційних ліній і загальним зростанням продуктивності комп'ютерної техніки стало можливим повсюдне застосування і впровадження дистанційного навчання. Підвищений інтерес до дистанційного навчання останнім часом пов'язаний не тільки з новими технологічними умовами, а також з тими викликами, які пред'явила до нас пандемія і нові економічні реалії.

Сучасні студенти різних курсів як заочної, так і денної форми навчання прагнуть поєднувати навчання з практичною діяльністю за фахом. У цьому випадку, на наш погляд, дистанційна форма навчання є однією з найбільш ефективних форм, у якій є як переваги, так і недоліки.

Основний текст. Дистанційне навчання, - це особливий вид навчання, головною особливістю якого є інтерактивність взаємодії всіх учасників освітнього процесу. І хоча дистанційне навчання - процес більшою мірою самостійного вивчення матеріалу, наявність викладача при цьому обов'язково. При дистанційному навчанні реалізується особистісно-орієнтований підхід до навчання, відбувається максимальна індивідуалізація навчання. Але при цьому



роль викладача як методиста, співрозмовника, наставника, провідника в світ нових знань важко переоцінити. Тільки у взаємодії викладача та здобувача освіти можливо досягти максимально ефективного результату процесу навчання.

Використання нових інформаційних і телекомунікаційних технологій дозволяє здійснити взаємодію учасників дистанційного навчання незалежно від їх місцезнаходження за допомогою електронної пошти, чату, форуму, відео-конференції, вебінару, online-семінару. Методичної особливістю дистанційного навчання є те, що засвоєння знань, умінь і навичок, передбачених навчальними програмами, здійснюється не тільки в традиційних формах навчання (лекція, семінари і т.д.), а також самостійно за допомогою різних засобів. У центрі процесу дистанційного навчання знаходиться не викладання, а вчення, тобто самостійна пізнавальна діяльність здобувача освіти по оволодінню знаннями, вміннями і навичками. При цьому здобувач повинен не тільки володіти навичками роботи з комп'ютером, але і способами роботи з навчальною інформацією, з якою він зустрічається в процесі дистанційного навчання.

Широке поширення дистанційних видів освіти пояснюється вагомими перевагами віддаленого навчання. Дистанційне навчання дозволяє:

- створити єдине освітнє середовище із застосуванням сучасних систем управління навчанням (Learning Management System, LMS),
- підвищити якість навчання за рахунок застосування сучасних інформаційних і телекомунікаційних засобів, об'ємних електронних бібліотек і т.д.;
- проводити навчання одночасно достатньо великої кількості людей, в тому числі надає можливість повноцінного навчання студентів заочної форми та занять під час епідемій або при складних погодних умовах;
- знизити витрати на проведення навчання (дослідне впровадження дистанційного навчання підтверджує зниження вартості освітнього процесу в середньому на 40%);
- індивідуальний підхід до навчання кожного учня;
- лояльний підхід до часу навчання, зокрема до часу навчання самостійно.

Проте до слухача дистанційного навчання пред'являються дуже високі вимоги до особистісних якостей: самодисципліна, відповідальність, наполегливість, цілеспрямованість, чесність та інші. В умовах дистанційного навчання підвищується ймовірність фальсифікації навчання, а також проблеми контролю освітнього процесу на відстані. Тому потрібні спеціальні технічні засоби, прийоми і методики, що дозволяють вирішити ці проблеми. В даний час це питання вирішується безсистемно, на емпіричному рівні.

Крім того, студенти повинні володіти основами методики і техніки самостійної роботи, самостійного придбання і поповнення знань при найвищому рівні мотивації.

Для того, щоб процес навчання проходив найбільш ефективно, навчальна дисципліна повинна бути добре структурована і розділена на відповідні блоки. Наприклад, розглянемо дисципліну «Інфраструктура транспортних систем» (далі ІТС), яка відноситься до блоку вибіркових дисциплін та у відповідності



до навчального плану спеціальності 275 «Транспортні технології (на морському та річковому транспорті)» Одеського національного морського університету (далі ОНМУ) рівня підготовки «Бакалавр» викладається у четвертому семестрі. Робоча навчальна програма дисципліни ІТС чітко структурована та передбачає вивчення двох модулів, змістовне наповнення яких наведене у табл.1.

Таблиця 1

Структура навчальної дисципліни «Інфраструктура транспортних систем»

Модуль 1. Особливості управління транспортними системами	Модуль 2. Інфраструктура окремих видів транспорту
Тема 1.1. Концептуальні основи управління транспортними системами.	Тема 2.1. Інфраструктура залізничного транспорту.
Тема 1.2. Елементи економіки транспортних систем.	Тема 2.2. Інфраструктура морського транспорту.
Тема 1.3. Транспортні оператори та послуги транспорту.	Тема 2.3. Інфраструктура автомобільного транспорту.
Тема 1.4. Поняття транспортної інфраструктури та її основні особливості.	Тема 2.4. Інфраструктура повітряного транспорту.
Тема 1.5. Транспортні коридори.	Тема 2.5. Інфраструктура внутрішнього водного транспорту.
Тема 1.6. Транспортні термінали та термінальні технології транспортування.	Тема 2.6. Інфраструктура трубопровідного транспорту.

Джерело: авторська розробка на основі [1]

Якщо в одному реченні позначити зміст дисципліни «ІТС», то ми вивчаємо інфраструктуру всіх видів транспорту в розрізі: стисло історія створення, ретельно сучасний стан та найактуальніша інформація про перспективи розвитку у майбутньому.

Слід зазначити, що для дистанційного навчання виділяють методики синхронного та асинхронного навчання. Методика синхронного дистанційного навчання передбачає спілкування студента і викладача в режимі реального часу - online спілкування. Методика асинхронного дистанційного навчання застосовується, коли неможливо спілкування між викладачем і студентами в реальному часі - так зване offline спілкування.

Отже, синхронна методика дистанційного навчання передбачає активну взаємодію викладача та студента і, таким чином, велике навантаження на них обох. Викладач виступає свого роду «локомотивом», що залучає і «тягне» за собою своїх слухачів. При асинхронній методиці дистанційного навчання більше відповідальності за проходження навчання покладається на студента. Тут на перший план висувається самонавчання, індивідуальний темп навчання, регулювання цього темпу навчання. Викладач при асинхронній методиці дистанційного навчання виступає консультантом, але в меншій мірі, ніж при синхронній методиці дистанційного навчання.

Останнім часом більшість фахівців прийшли до висновку, що найбільшої



ефективності при дистанційному навчанні можна досягти при використанні змішаних методик дистанційного навчання [2, 3]. Термін «змішане дистанційне навчання» має на увазі, що програма навчання будується як з елементів синхронної, так і з елементів асинхронного методики навчання. Саме таку методику використовують при викладанні дисципліни «ІТС» у ОНМУ (рис.1).

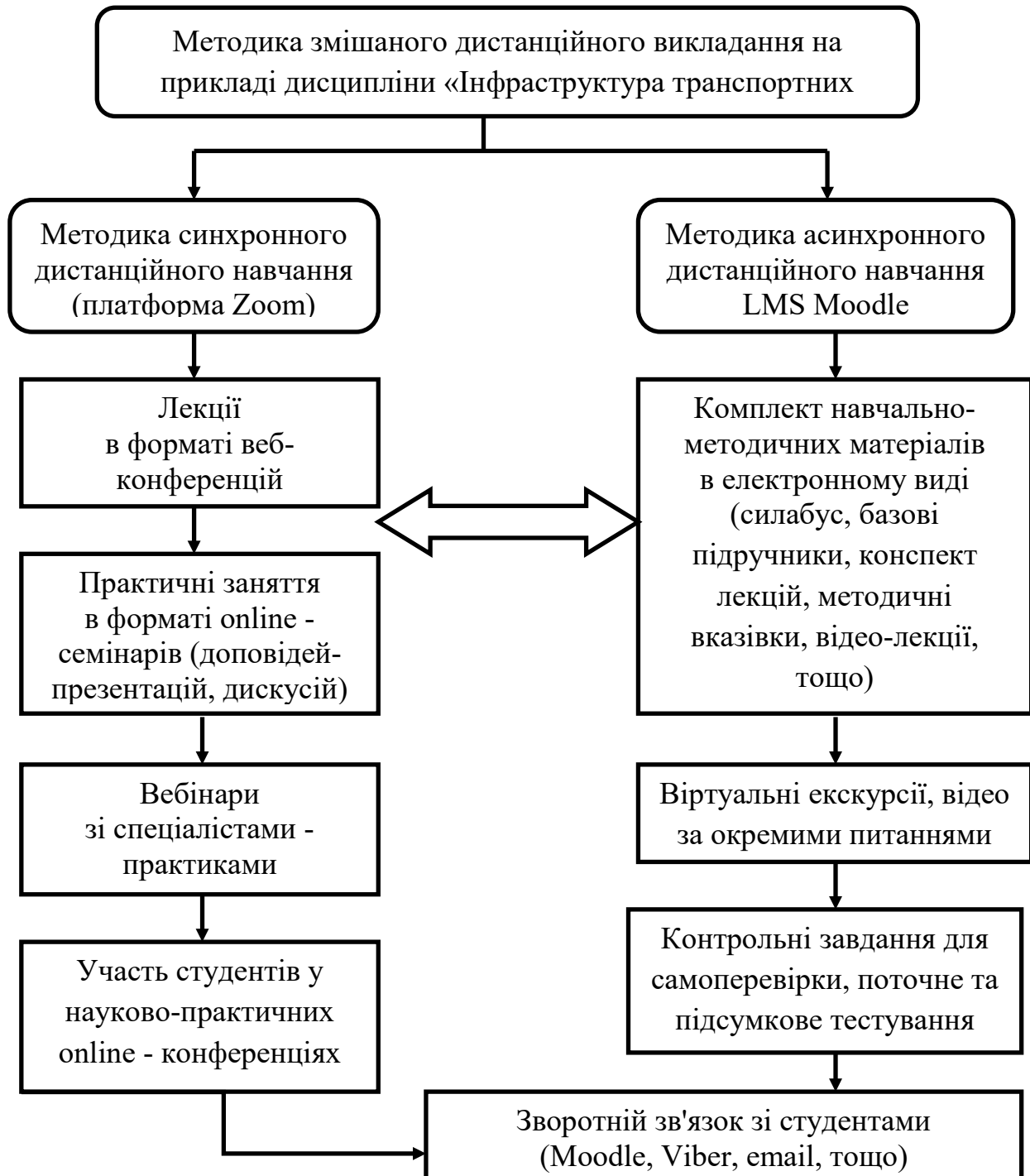
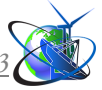


Рисунок 1 – Модель змішаної методики дистанційного викладання на прикладі дисципліни «Інфраструктура транспортних систем»

Джерело: Авторська розробка

Навчально-методична підсистема - це важлива складова частина системи дистанційного навчання, нерозривно пов'язана зі змістом і методикою



навчально-виховного процесу. Вона знаходиться в підлеглому положенні по відношенню до цілей навчання. В освітньому процесі дистанційного навчання за дисципліною «ІТС» використовуються такі засоби: підручники (в паперовій та електронній формі), мережеві навчальні матеріали (силабуси, конспекти лекцій, методичні вказівки), фото- і відео навчально-інформаційні матеріали, електронні бібліотеки з віддаленим доступом, тощо.

За допомогою зазначених засобів в процесі вивчення дисципліни «ІТС» студенти знаходять відповіді, наприклад, на такі питання:

- В чому є ідея схеми «маточина-спиця» («hub and spoke»)?
- Що означають поняття хаб, портал та хінтерланд?
- В чому різниця між мостами, шляхопроводами, віадукми та естакадами?
- Для чого призначені вагони-хопери, думпкери, автомотриси та інші?
- Що перевозять сортиментовозом та на тралі автотранспортом?
- Хто такі хендлери на авіатранспорті?
- Що таке затони та дебаркадери на річковому транспорті?
- До якого виду транспорту належить пневмопошта?
- Як виглядає монорельсова транспортна система та маглев? І так далі.

Для дистанційного навчання можуть бути рекомендовані найрізноманітніші методи: демонстрація презентацій, фото- і відео матеріалів, пояснення, розповідь, бесіда, рішення практичних завдань, заучування навчального матеріалу, письмові роботи, повторення, тестування.

Так важлива складова online – семінарів по дисципліні «ІТС» – це доповіді студентів обов'язково з презентаціями та відеороликами, наприклад, на такі теми:

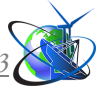
1. Впровадження швидкісного руху поїздів в Україні.
2. Автомобілі на водневому та біологічному паливі.
3. Суднопідіймальники для суден внутрішнього плавання.
4. Проект вакуумного потягу Hyperloop.
5. Галузь використання безпілотників.
6. Гіротранспорт.
7. Сучасне використання електромобілів.

Обов'язкова фінальна частина доповіді – це обговорення, відповіді на запитання викладача та колег. На наш погляд, ця складова навчального процесу дуже важливо особливо для майбутнього керівника в галузі транспортних технологій.

Також важлива складова методики змішаного дистанційного навчання – це вебінари зі спеціалістами практиками зі всього світу. Так, наприклад, за дисципліною «ІТС» ми проводили вебінари з випускниками ОНМУ, які успішно працюють за фахом не тільки в Україні, а також в далекому зарубіжжі (Данії, Сінгапурі, Канаді та інших країнах світу).

Слід зазначити, що лише поєднання всіх складових методики змішаного дистанційного навчання, наведеної на рис.1, а також налагоджена взаємодія викладача та студентів дозволяють отримати відповідний системний ефект.

Але, як відзначають багато авторів у дистанційному навчанні є істотні недоліки [2, 3]:



- відсутність живого спілкування між викладачем і студентами, наслідком чого є більш низький ступінь залученості в навчальний процес;
- слабка можливість командної (групової) роботи студентів;
- необхідність виконання певних технічних умов: наявності Інтернет-каналу з високою пропускнуою здатністю і певного програмного забезпечення у обох сторін.

Незважаючи на наведені недоліки, дистанційне навчання набирає все більше популярності. Можна виділити певні вимоги до дистанційного курсу, якщо він претендує бути ефективним:

- більш ретельне і детальне планування навчального процесу студента, його організація, чітка постановка завдань і цілей навчання, надання всіх необхідних навчально-методичних матеріалів;
- максимально можлива інтерактивність між студентами та викладачем в процесі навчання, надання можливості групового навчання;
- наявність ефективного зворотного зв'язку, що дозволяє студенту отримувати інформацію про правильність свого просування по шляху від незнання до знання.

Висновок.

В роботі були розглянуті переваги і недоліки дистанційної форми навчання. Слід зазначити, що у такого формату навчання є велика кількість плюсів, найважливіші з них - це невисокий рівень, як фінансових, так і часових витрат на проведення, доступність для учасників і зручність застосування, широке охоплення аудиторії. У зв'язку з тим, що сучасне суспільство все більше схиляється до того, щоб отримати максимум свободи, дистанційне навчання бере верх над аналогічними видами навчання, тому що не ущемляє людину не в часовому, не в просторовому сенсі.

Розглянуті методики синхронного та асинхронного дистанційного навчання. Розділяючи думку більшості колег, запропонована модель змішаної методики дистанційного викладання, яка успішно впроваджується на прикладі дисципліни «Інфраструктура транспортних систем» у ОНМУ. Ретельно розглянути основні складові запропонованої методики з акцентуванням на необхідності системного підходу щодо її ефективного застосування у навчальному процесі до будь-якого курсу.

Література:

1. Герами В.Д., Колик А.В. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики: учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 510 с.
2. Толстобоков О.Н. Современные методы и технологии дистанционного обучения. Монография – М.: Мир науки, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://izdmn.com/PDF/37MNNPM20.pdf>
3. Теория и практика дистанционного обучения: учебн. пособие для студ. высш. пед учеб. заведений / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева; Под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.



Abstract. *In the article discusses the features of distance teaching of the discipline "Infrastructure of transport systems" at the Odessa National Maritime University. The advantages and disadvantages of this form of education are characterized. Emphasis is placed on the cost-effectiveness and accessibility of distance education in the context of a pandemic, as well as for working students of various forms of education. At the same time, the drawbacks of live communication between the participants of the educational process, the weak possibility of teamwork and the need for high-quality Internet are noted.*

The possibility of complex use of methods of synchronous and asynchronous teaching in the process of distance teaching has been investigated. A model of mixed distance teaching is proposed and its main components are considered on the example of the discipline "Infrastructure of transport systems". The need for the systemic application of all components of the mixed technique is noted. As a result, the necessary requirements for the effective implementation of the distance course were formulated: clear planning and competent organization of the educational process, maximum interactivity of the teacher and students, constant feedback and control over the learning process.

Key words: *distance teaching, methods, synchronous learning, asynchronous learning, web conferences, online - seminars, webinars.*

Статья отправлена: 30.03.2021 г.

© Павловська Л.А.



УДК 656.031.52

EFFECTIVE METHODS OF TRANSPORTATION OF VEGETABLE OILS**ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕВОЗКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Vil'shaniuk M.S. / Вильшаниук М.С.

s.l. /cm.npen.

ORCID: 0000-0001-5396-6691

Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029

Одесский национальный морской университет, Одесса, ул.Мечникова 34, 65029

Аннотация. В работе рассматриваются способы транспортировки пальмового масла: перевозка в контейнере, используя флекситанк, и перевозка в танкере. При этом перевозка в танке осуществляется путем отфрахтования судна. Доставка пальмового масла происходит из региона, который является основным импортером пальмового масла – из Южно-Восточной Азии – в Украину. Для определения наиболее приемлемого способа рассмотрены два варианта перевозки масла. В качестве версии рациональной транспортировки масла рассмотрены преимущества доставки во флекситанке.

Ключевые слова: контейнер, флекситанк, танкер, перевозка жидких грузов, МТП Одесса, МТП Черноморск

Вступление.

С каждым годом транспортировки грузов обходится все дороже, а требования к качеству перевозок становятся все выше. Производители и грузоотправители сталкиваются с необходимостью постоянного поиска более дешевых и в то же время качественных способов доставки продукции. В сегменте безопасной перевозки жидких грузов эффективным решением этой двойной задачи может служить перевозка грузов во флекситанках. Во-первых, это экономически выгодно, во-вторых, так сохраняются все начальные свойства транспортируемого.

Перевозки растительного масла во флекситанке - безопасный и рентабельный способ транспортировки. Мягкая полимерная цистерна специально разработана для перемещения наливных грузов. Ее конструктивные особенности сокращают до минимума потери жидкости в процессе доставки и исключают ухудшения качества груза.

Основной текст.

Термин «флекситанк» появился как сокращенная форма словосочетания Flexible Tank, буквальный перевод которого означает - «эластичный бак». Флекситанком является герметичная емкость, которая применяется для транспортировки и хранения жидких неопасных грузов в стандартных 20-футовых контейнерах объемом от 18 до 24 тыс. литров. В нем можно перевозить практически любые неопасные жидкости как технического, так и пищевого назначения. Возможно, исключением могут быть только грузы, имеющие слишком большую вязкость, так как загрузка и выгрузка в этом случае становится проблематичной. Как правило, установка флекситанка в контейнер занимает от 15 до 30 минут. После ее завершения требуется только подсоединить подающий шланг и включить электронасос для закачки жидкого груза.



Основные технологические, экономические и экологические преимущества использования флекситанка по сравнению с применением железнодорожных и автомобильных цистерн, а также «бочек», танк-контейнеров, пластиковых контейнеров IBC (Intermediate Bulk Container) и других емкостей:

- отсутствует необходимость дорогостоящей аренды цистерн;
- исключается обязательная промывка и пропарка цистерн;
- тариф на перевозку груза в контейнерах меньше, чем для груженных и порожних цистерн;
- в случае доставки груза водным транспортом фрахт контейнеровоза ниже фрахта танкера;
- продукт под флекситанк доставляется «от двери до двери» без необходимости промежуточного хранения и перелива в портах;
- продукция заливается в флекситанк, не меняя своих свойств в течение всего пути, так как находится в герметичной упаковке;
- одноразовый флекситанк не требует очистки, полностью перерабатывается и утилизируется после использования;
- экономичность и более удобная транспортировка в отличие от танк-контейнеров;
- флекситанк всегда новые, а значит, отсутствует риск загрязнения продукта;
- флекситанк служат оптимальной упаковкой для небольших партий товара, удобные для перевозок с повышенным вниманием к сохранению качества и точному контролю веса;
- конструкции предусматривают недопустимость промежуточного перелива и контакт продукта с окружающей средой;
- флекситанки незаменимы, если у экспортера/импортера отсутствует инфраструктура для работы с танкерами.

Выгоднее использовать контейнерную перевозку с применением флекситанка, так как:

- 1) Более выгодный маршрут для двух перевозок различных видов масел.
- 2) Покупателями предъявляется повышенное требование к точному контролю веса и качеству масла, флекситанк подходит для данного пункта, так как флекситанки всегда новые, а значит, отсутствует риск загрязнения продукта, а также проводится более строгий учет веса.
- 3) Такая перевозка будет происходить «от двери до двери», то есть не будет необходимости промежуточного хранения и перелива в портах.
- 4) Небольшое транзитное время (30-35 суток).
- 5) Оперативность отправки (отправка контейнеров под загрузку флексов, погрузка масла, отгрузки загруженных контейнеров на терминале и дальнейшая отправка занимают небольшой промежуток времени).
- 6) Флекситанк, как и контейнер, в который его грузят, не требует специальных химических обработок и очистки.
- 7) Перевозка в флекситанке более экономически выгодна и удобна, чем отправка в танк-контейнерах.



8) Экономическая выгода по сравнению с танкерами.

Существуют определенные требования к контейнерам при установке флекситанка. Контейнеры должны быть изготовлены в строгом соответствии со всеми требованиями ISO и отвечать следующим критериям:

- общее техническое состояние (отсутствие деформаций, трещин, надежность ушей для подъема);
- грузоподъемность 30 тонн должна быть указана на контейнере;
- дата изготовления контейнера не должна превышать 5 лет, сам контейнер должен быть в хорошем техническом состоянии;
- контейнеры со следами ремонта на внешних панелях не принимаются для транспортировки флекситанка;
- дверные выемки (пазы) для перегородок должны быть в хорошем состоянии;
- контейнеры должны быть сертифицированы для автомобильных, железнодорожных и морских перевозок;
- контейнеры должны быть оснащены двумя полностью работоспособными замками на обоих дверях;
- на контейнерах не должно быть наклеек, маркировки для «опасных грузов».

Контейнеры для транспортировки флекситанк должны быть чистыми и сухими, без остатков любого мусора, острых кромок, напольных сколов, вмятин или следов от сварки на внутренних панелях контейнера, что может привести к повреждению флекситанк. Все внутренние поверхности, включая поверхности пола, должны быть очищены от пятен предыдущего груза и других источников загрязнения, которые могут реагировать с материалом флекситанка и/или жидкими грузами.

Для подтверждения вышеописанных преимуществ перевозки груза во флекситанке рассмотрим способы перевозки масла на примере поставки пальмового в Украину. Для этого выберем основные направления поставок. Главными экспортёрами масла являются Малайзия и Индонезия. Перевозки пальмового масла возможны двумя способами: танкером или в флекситанке. Стоимость перевозки добавляется к стоимости товаров, поэтому это самый важный критерий. Она зависит от следующих факторов: пункт назначения, срочность, вид транспорта, наименование груза, его вес и объем, период перевозки. Также большое значение имеет способ отправки. Далее рассмотрим транспортировку масла морским транспортом.

Морской и речной транспорт является самым дешевым видом транспорта. Морские перевозки грузов подходят для перемещения тяжелых и габаритных грузов на большие расстояния, где сроки доставки не играют существенной роли, по самым низким ценам, их используют, чтобы сократить затраты на перевозку.

Для перевозки масла в танках необходимо зафрахтовать на рейс танкер. Для расчетов выбираем три танкера: танкер «RST 27», танкер «Проект 563» и танкер «RST 26». Постоянные расходы по судну «RST 27» составляют 6000 долл./сутки, по судну «RST 26» - 3500 долл./сутки, по «Проект 563» - 6500



долл./сутки.

Построим схемы рейсов для выбранных вариантов.

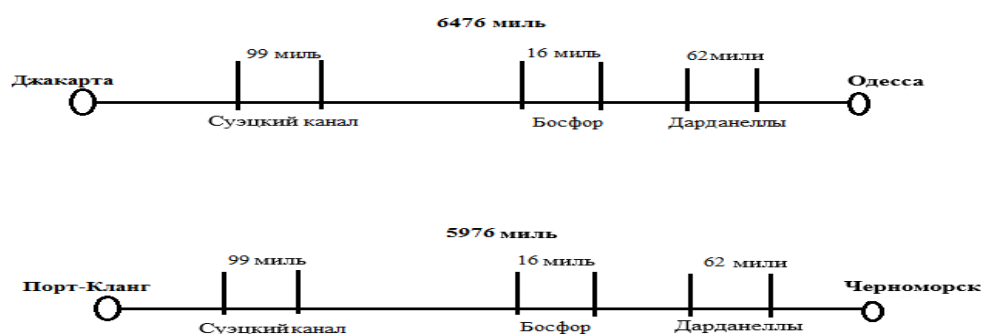


Рисунок 1 – Схемы рейсов

По результатам расчетов стоимости доставки масла во флекситанках (контейнерах) получаем следующие значения.

Джакарта-Одесса: $S_m = 3672/60 = 61,2$ долл./т.

Порт-Кланг – Черноморск: $S_m = 2652/40 = 66,3$ долл./т.

Сравним полученные расчеты при перевозке контейнеровозами и танкерами.

Стоимость доставки масла во флекситанках из Джакарты в Одессу равна 3672 долл., а из Порт-Кланг в Черноморск составила 2652 долл. Во втором варианте - путем зафрахтования судна (танкера) на рейс, из Джакарты в Одессу стоимость транспортировки масла равна 4386 долл., а из Порт-Кланг в Черноморск - 3082 долл.

Итак, можно сделать следующий вывод: стоимость доставки пальмового масла в флекситанках контейнеровозом значительно меньше, чем танкером.

При организации перевозки пальмового масла 60 т и 40 т соответственно по маршрутам Джакарта - Одесса и Порт-Кланг - Черноморск по результатам расчетов определено, что самый дешевый способ транспортировки - это транспортировка масла в флекситанках (контейнерах). По направлению Джакарта - Одесса цена составит 3672 долл., а по направлению Порт-Кланг - Черноморск составляет 2652 долл.

Возьмем за базовое значение дешевый способ транспортировки и сравним цену за перевозку 1 т масла и комплексную цену по контракту с другими направлениями.

Стоимость доставки масла контейнеровозом составила:

Джакарта – Одесса: $S = 3 * 1224 = 3672$ долл.

Порт-Кланг – Черноморск: $S = 2 * 1326 = 2652$ долл.

Стоимость перевозки 1 т масла во флекситанке (S_T):

Джакарта – Одесса: $S_m = 3672/60 = 61,2$ долл./т

Порт-Кланг – Черноморск: $S_m = 2652/40 = 66,3$ долл./т

Стоимость доставки масла танкером:

Джакарта – Одесса: $S = 60 * 72,5 = 4350$ долл.

Порт-Кланг – Черноморск: $S = 40 * 76,3 = 3052$ долл.

Стоимость 1 т масла в танках:



Джакарта – Одесса: $S_m = 72,5$ долл./т

Порт-Кланг – Черноморск : $S_m = 76,3$ долл./т.

Возьмем за базовую стоимость наименьшую стоимость среди полученных.

$C_{баз}$ (Джакарта – Одесса) = 61,2 долл./т.

Таблица 1

Экономический эффект перевозки масла во флекситанках в сравнении с другими способами перевозки

Направления	Стоимость 1 т масла (контейнер)	Стоимость 1 т масла (танкер)
1	2	3
Джакарта – Одесса	базовая	+11,3
Порт-Кланг – Черноморск	+5,1	+15,1

Итак, самым выгодным способом перевозки является перевозка контейнером в направлении Джакарта – Одесса, цена за 1 т пальмового масла составила наименьший результат. При сравнении цен за перевозку 1 т масла с базовым значением определили, что при транспортировке пальмового масла из Порта-Кланг в Черноморск контейнером цена будет выше на 5,1 долл./т., а при транспортировке танкером - выше на 15,1 долл./т. При транспортировке из порта Джакарта в Одессу танкером цена будет выше на 11,3 долл./т.

Заключение и выводы.

В работе были рассмотрены способы транспортировки жидких грузов, в частности растительных масел. К рассмотрению предлагались такие способы: во флекситанках с дальнейшей погрузкой в контейнер и в танкере. После рассмотрения и сравнения расходов за рейс при условии транспортировки груза в контейнере и путем отфрахтования танкера, была получена стоимость транспортировки 1 т растительного масла по двум схемам рейса. В результате сравнительного анализа было определено, что наиболее эффективным способом перевозки является транспортировка растительного масла во флекситанках.

Таким образом, использование флекситанков при транспортировке растительного масла позволяет сократить расходы на доставку груза, оперативность доставки и уменьшить затраты на проведение подготовительных работ перед принятием груза к перевозке.

Литература:

1. Лапкін О.І., Онищенко С.П., Коскіна Ю.О. Теорія і практика фрахтових операцій. – О.: КУПРІЄНКО СВ, 2017. – 151 с.
2. Рылов С.И., Горшков Я.А., Коскина Ю.А. Фрахтование судов: учебное пособие. – Одесса: Изд-во Одесского национального морского университета, 2010. – 269 с.
3. Забелин В.Г. Фрахтовые операции во внешней торговле: учебное пособие. – М.: Росконсульт, 2000. – 256 с.
4. Бабкин Е.В., Мартынов А.Л. Международные фрахтовые и транспортные операции. – СПб.: СПГУВК, 2002. – 204 с.



5. Бурмистров М.М. Организация фрахтовых и внешнеторговых транспортных операций: учебник для морских вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.

6. Линейные и трамповые морские перевозки [Электронный ресурс] // Треффи. – 2016. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.treffee.ru/materials/linejnye-i-trampovye-morskie-perevozki.html> .

7. Линейное судоходство [Электронный ресурс] // Морское судоходство . Фрахтовый рынок. – 2017. – Режим доступа к ресурсу : <http://freightmarkets.ru/?p=30>.

8. Снопков В.И. Услуги по перевозке грузов морем : Справ пособие. – М. : Транспорт, 1986. – 312 с.

9. Линейное судоходство [Электронный ресурс] // TransportPath. – 2014. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.transportpath.ru/palons-406-2.html> .

10. Словарь морских терминов [Электронный ресурс] // Korabel. – 2004. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.korabel.ru/dictionary/detail/741.html> .

11. Абрамов М.Д., Барышев И.Г. Контейнерные флекситанки для мультимодальных перевозок наливных грузов. Масла и жиры, 2007, № 6.

12. Контейнерные перевозки грузов [Электронный ресурс] // Transsphere. – 2006. – Режим доступа к ресурсу: <http://transsphere.com/ru/info/konteynerye-perevozki-gruzov> .

13. Актуальность контейнерных перевозок [Электронный ресурс] // Биометрические технологии. – 2013. – Режим доступа к ресурсу: <http://biomet.ru/intnews/238-aktualnost-konteyneryh-perevozok.html> .

14. Контейнерный рынок – 2018 [Электронный ресурс] // Порты Украины. – 2018. – Режим доступа к ресурсу: <https://ports.com.ua/articles/konteynernyy-rynok-2018-eshche-ne-bum-uzhe-ne-katastrofa>

15. Флекситанк, обзор... [Электронный ресурс] // Политек. – 2013. – Режим доступа к ресурсу: <http://politec.su/18-fleksi-hit.html>

16. Флекситанк-контейнер [Электронный ресурс] // Транспорт Индастриал Сервис. – 2018. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.oootis.com/articles/flexitank-container>

References.

1. Lapkin O.I., Onishchenko S.P., Koskina YU.O. Teoriya i praktika frahtovih operacij. [Theory and practice of freight operations.] – O.: KUPRIENKO SV, 2017. – 151 s.

2. Rylov S.I., Gorshkov YA.A., Koskina YU.A. Frahtovanie sudov: uchebnoe posobie. [Chartering of ships: a tutorial.] – Odessa: Izd-vo Odesskogo nacional'nogo morskogo universiteta, 2010. – 269 s.

3. Zabelin V.G. Frahtovye operacii vo vneshnej torgovle: uchebnoe posobie. [Freight operations in foreign trade: a tutorial.] – Moskva [Moscow]: Roskonsul't, 2000. – 256 s.

4. Babkin E.V., Martynov A.L. Mezhdunarodnye frahtovye i transportnye operacii. [International freight and transport operations.] – SPb. [St. Petersburg]: SPGUVK, 2002. – 204 s.

5. Burmistrov M.M. Organizaciya frahtovyh i vneshnetorgovyh transportnyh operacij: uchebnik dlya morskikh vuzov. 2-e izd., pererab. i dop. [Organization of freight and foreign trade transport operations: a textbook for maritime universities] – Moskva [Moscow]: Transport, 1982. – 288 s.

6. Kontejnerye perevozki Грузов (2006) [Elektronny resurs] [Electronic resource],



Transsphere. Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode]:

<http://transsphere.com/ru/info/konteynerye-perevozki-gruzov> .

7. Aktual'nost' kontejnernih perevozok [Elektronny resurs] [Electronic resource] // Biometricheskie tekhnologii. – 2013. – Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <http://bio-met.ru/intnews/238-aktualnost-konteynernih-perevozok.html> .

8. Snopkov V.I. (1986). Uslugi po perevozke tovarov morem [Services for the carriage of goods by sea], spravochnoye posobiye [reference manual]. Moskva [Moscow], Transport, 312 p

9. Konteynernyy rynek [Container market] (2018) [Elektronny resurs] [Electronic resource] in Porty Ukrainy [Ports of Ukraine]. Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <https://ports.com.ua/articles/konteynernyy-rynek-2018-eshche-ne-bum-uzhe-ne-katastrofa>

10. Slovar' morskikh terminov [Glossary of marine terms] (2004) [Elektronny resurs] [Electronic resource], Korabel. Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode]: <https://www.korabel.ru/dictionary/detail/741.html> .

11. Abramov M.D., Baryshev I.G. Konteynerye fleksitanki dlya mul'timodal'nyh perevozok nalivnyh tovarov. [Container flexitanks for multimodal transportation of liquid cargo.] Masla i zhiry [Oils and fats], 2007, № 6.

12. Konteynerye perevozki tovarov [Container transportation of goods] [Elektronny resurs] [Electronic resource] // Transsphere. – 2006. – Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <http://transsphere.com/ru/info/konteynerye-perevozki-gruzov> .

13. Aktual'nost' kontejnernih perevozok [Relevance of container shipping] [Elektronny resurs] [Electronic resource] // Biometricheskie tekhnologii[Biometric technology]. – 2013. – Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <http://bio-met.ru/intnews/238-aktualnost-konteynernih-perevozok.html> .

14. Kontejnernyy rynek [Container market] – 2018 [Elektronny resurs] [Electronic resource] // Porty Ukrainy. – 2018. – Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <https://ports.com.ua/articles/konteynernyy-rynek-2018-eshche-ne-bum-uzhe-ne-katastrofa>

15. Fleksitank, obzor... [Flexitank, overview] [Elektronny resurs] [Electronic resource] // Politek. – 2013. – Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <http://politec.su/18-fleksi-hit.html>

16. Fleksitank-kontejner [Flexitank-container] [Elektronny resurs] [Electronic resource] // Transport Industrial Servis. – 2018. – Rezhim dostupa k resursu [Resource Access Mode] : <https://www.oootis.com/articles/flexitank-container>

Abstract. *The paper deals with the ways of transportation of palm oil: transportation in a container using a flexitank, and transportation in a tanker. In this case, transportation in a tank is carried out by chartering the vessel. Delivery of palm oil comes from the region, which is the main importer of palm oil - from South-East Asia - to Ukraine. To determine the most acceptable method, two options for the transportation of oil are considered. As a version of the rational transportation of oil, the advantages of delivery in a flexitank are considered.*

Key words: *container, flexitank, tanker, liquid cargo transportation, MTP Odessa, MTP Chernomorsk.*

Статья отправлена: 06.04.2021 г.

© Вильшанюк М. С.



УДК 656.08

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ROAD NETWORK ILLUMINATION ON THE NUMBER OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN GOMEL REGION ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА КОЛИЧЕСТВО ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Dauhulevich V.A. / Довгулевич О.А.

Senior Lecturer / старший преподаватель

ORCID: 0000-0002-3049-1387

SPIN: 0000-0000-6534-4202

Belarusian State University of Transport, Gomel, Kirova 34, 246653

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, ул. Кирова, 36, 65029

Annotation. Increasing motorization leads to an increase in the severity of consequences from road traffic accidents. Effective measures to reduce the accident rate can bring the expected results if there is a clear system for predicting accidents. Accident rate, in turn, depends on a number of factors, not the least of which is the lighting of the street and road network. The paper considers the impact of this factor on the number of accidents, fatalities and injuries for the period from 2016 to 2018 in the Gomel region. The research is conducted with the help of the software package Statistica.

Key words: illumination, accident rate, accidents during daylight hours, quantitative analysis, significance level.

Introduction.

The increase in the number of car fleet, the participation in the road traffic of an increasing segment of the population leads to an increase in the severity of consequences from road traffic accidents, as well as the scale of damage and the probability of death of road accident participants. The number of victims of road accidents depends on many factors, such as the intensity of traffic, the nature of the road environment, time of day, the characteristics of road users, the presence of restrictive measures, and so on.

Research on changes in the number of accidents and their consequences depending on various factors is always a priority when forecasting the number of victims in accidents and making decisions to reduce the loss of life.

At the same time, prediction methods should take into account the influence of a complex of factors, including time of day, traffic intensity, peculiarities of the road environment and other significant aspects of the transport process.

The study [1] focused on the dependence of accidents on the period of the day, the nature of the day, night and twilight hours of a particular calendar cycle. Obtained in the study of the average specific indicator - the accident rate by parts of the day - proved the increased risk of accidents in the twilight hours.

As a result of the analysis the authors [2] have identified the main factors affecting the accident rate: the peak of accidents for weekdays is in the evening hours, lighting reduces the accident rate and at dusk, most often registered collisions with pedestrians, as well as collisions of vehicles.

The author of the article conducted a study of a more specific factor, namely, the significance of accidents due to speeding violations in the total number of accidents



[3]. Such accidents in Gomel region are significant in the total number of accidents for the considered periods of 2012-2014 and 2015-2017, that is, before the installation of speed sensors and after it. The differences in the number of accidents caused by speeding violations before and after the installation of both stationary and mobile speed sensors in Gomel region are significant.

As a result of quantitative analysis of accidents in Gomel region from 2009 to 2018 were obtained data on the registered 6448 traffic accidents in which 1326 people were killed and 6670 were injured in varying degrees of severity.

The distribution of traffic accidents in Gomel region by months of 2018 by illumination is shown in Table 1.

Table 1

Distribution of traffic accidents in Gomel region by seasons of 2018 by illumination

season	accident rate			
	1	2	3	4
winter	43	39	3	29
spring	55	5	2	8
summer	102	14	2	7
autumn	97	27	6	20
total	297	85	12	64

Note. 1 - daylight hours (0.5 hours after sunrise and 0.5 hours before sunset); 2 - dark time of the day, exterior lighting is on; 3 - dark time of the day, exterior lighting is not on or defective; 4 - dark time of the day, no exterior lighting.

Author's development

Analyzing the Table 1, we can see that the greatest number of accidents occurs during daylight hours - 297 accidents, which is 64.8% of the total number of accidents. Fewer accidents occur in the dark time of the day.

Statement of basic materials.

Let us consider the impact of the factor "lighting" on the number of accidents, fatalities and injuries for the period from 2016 to 2018 in Gomel region. For the analysis we will use Chi-square criterion, which allows us to answer the question "Does the nominal multilevel factor influence the nominal multilevel response". For this analysis, the nominal scale should have no more than 4-5 levels. Otherwise, an influence may be found that does not actually exist. Pie charts serve as a graphical representation. If the significance level is less than 0.05, then the factor influences the response. The criterion is applicable if no more than 20% of the expected frequencies are less than 5.

We put forward a hypothesis - the factor "illumination" influences the number of accidents, fatalities and injuries for the period 2016 - 2018 in Gomel region.

Figure 1 shows pie charts showing the share of accidents during daylight hours in the total volume of accidents in Gomel region for 2016 - 2018.

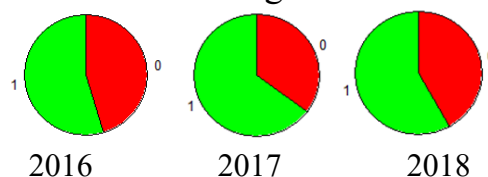


Figure 1 - Share of accidents during daylight hours in the total volume of accidents for 2016 - 2018

Author's development



Figure 1 suggests that the proportion of such accidents in the total volume of accidents varies over time. Let us check this with the Pearson Chi-square criterion (Figure 2).

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet1)

Marked cells have counts > 5

Pearson Chi-square: 10,3086, df=2, p=,005776

Function	Period			Row Totals
	2016	2017	2018	
0	192,8457	192,0286	187,1257	572,000
1	279,1543	277,9714	270,8743	828,000
All Grps	472,0000	470,0000	458,0000	1400,000

Figure 2 - Tables of expected frequencies

Author's development

Figure 2 shows that the level of significance is less than 0.05 (0.005776), which means that the factor affects the response, that is, there are significant differences between such crashes during daylight hours in 2016, 2017, and 2018.

The proportion of crashes with fatalities during daylight hours in total crashes for 2016 - 2018 was also examined (Figure 3). Since the level of significance is 0.251882 (Figure 4), we can say that the factor does not affect the response, that is, the differences between such accidents with fatalities in daylight hours in 2016, 2017, and 2018 are not significant.

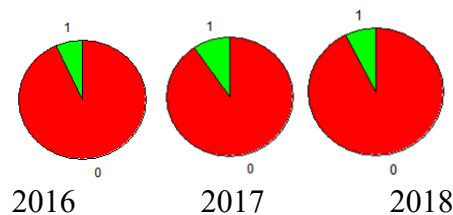


Figure 3 - Share of accidents with fatalities during daylight hours in the total volume of accidents for 2016 - 2018

Author's development

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet1)

Marked cells have counts > 5

Pearson Chi-square: 2,75763, df=2, p=,251882

Function	Period			Row Totals
	2016	2017	2018	
0	434,5771	432,7357	421,6871	1289,000
1	37,4229	37,2643	36,3129	111,000
All Grps	472,0000	470,0000	458,0000	1400,000

Figure 4 - Tables of expected frequencies

Author's development

Figure 5 shows the proportion of crashes with injuries during daylight hours in the total crashes for 2016 - 2018, the significance level is 0.006785 (Figure 6), which means that there are significant differences between such crashes with injuries during daylight hours in 2016, 2017 and 2018.

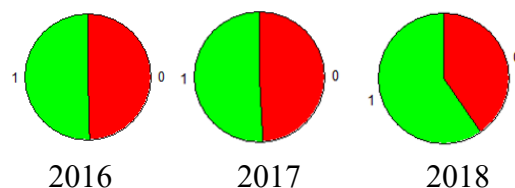


Figure 5 - Share of accidents with injuries during daylight hours in the total volume of accidents for 2016 - 2018

Author's development



Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet1)

Marked cells have counts > 5

Pearson Chi-square: 9,98646, df=2, p=.006785

Function	Period			Row Totals
	2016	2017	2018	
0	219,1429	218,2143	212,6429	650,000
1	252,8571	251,7857	245,3571	750,000
All Grps	472,0000	470,0000	458,0000	1400,000

Figure 6 - Tables of expected frequencies*Author's development*

Next, impact studies were conducted for the 2016-2017, 2016-2018, and 2017-2018 pairs (Table 2).

Table 2

Testing the effects of the "illumination" criterion on the number of crashes, fatalities, and injuries for the period 2016 - 2018 for the Gomel region

№	Total number of accidents				Number of accidents with fatalities				Number of accidents with injuries			
	2016 2017 2018	2016 2017 2018	2016 2017 2018	2017 2018	2016 2017 2018	2016 2017 2018	2016 2017 2018	2017 2018	2016 2017 2018	2016 2017 2018	2016 2017 2018	2017 2018
1	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Note: 1 - daylight hours (0.5 hours after sunrise, 0.5 hours before sunset); 2 - in dark time the exterior lights are on; 3 - in dark time outside lights are not switched on or are faulty; 4 - during darkness there is no exterior lighting; "+" - affects the response; "-" - does not affect the response.												

Author's development

Table 2 shows that the total number of crashes in the 2016-2018 pair is influenced by daylight hours and dark hours with no outdoor lighting, while the 2017-2018 pair is only influenced by daylight hours. The number of crashes with fatalities in the 2016- 2017, 2016-2018, and 2017-2018 pairs is not significantly affected by lighting because the factor does not affect response. Significant changes in the number of crashes with fatalities are noticeable during the 2016-2018 period during dark times when outdoor lighting is not turned on or is faulty.

Conclusions.

Thus, from the results of the analysis we can conclude that in the period 2016 - 2018 a significant influence on the main indicators of accidents in the Gomel region has lighting, namely: on the number of accidents - lighting during daylight hours; on the number of accidents with fatalities - lighting during dark hours, where outdoor lighting is not on or faulty; on the number of accidents with injuries - lighting during daylight hours.

References.

1. Pechatnova E. V. Influence of the Time of Day on Road Traffic Accident Rate // World of Transport And Transportation, Vol. 14, 2016, Iss. 2, pp. 194–200.



2. Azemsha S. A. , Galushko V. N., Skirkovski S. V. & Vrubel Yu. A. Data Analysis of Traffic Accidents And Their Causes In Gomel For 2013 And 2014 // Science & Technique, Vol. 3, 2015, pp. 65–73 (in Russian).

3. Dauhulevich V.A Assessment of the Impact of Speed Sensors on the Commission of Accidents Due to Violations of the Established Speed Limits in the City of Gomel And Gomel Region // Modern engineering and innovative technologies, Iss. 15, Part 3, 2021, pp. 80–85.

Abstract. *Растущая автомобилизация ведет к росту тяжести последствий от дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Эффективные меры по снижению аварийности могут принести ожидаемые результаты при наличии четкой системы прогнозирования ДТП. Аварийность в свою очередь зависит от ряда факторов, немалое место в которых занимает освещенность улично-дорожной сети. В работе рассматривается влияние этого фактора на количество ДТП, погибших и раненых за период с 2016 по 2018 год в Гомельской области. Исследования проводятся с помощью программного пакета Statistica.*

Key words: *освещенность, аварийность, ДТП в светлое время суток, количественный анализ, уровень значимости.*

Article submitted: 07.04.2021

© Dauhulevich V.A.



УДК 625.71

**DEFINITION THE DESIGN SPEED DEPENDING ON THE HIGHWAY
FUNCTIONAL CLASS****ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КЛАСУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ****Arsenieva N.A. / Арсенєва Н.О.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID:0000-0002-6178-2558

*Kharkiv National Automobile and Highway University,**Kharkiv, Yaroslava Mudroho street, 25, 61002**Харківський національний автомобільно-дорожній університет,**Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25, 61002*

Анотація. Функціональна класифікація є прогресивним методом групування автомобільних доріг, вона добре узгоджується з сучасними тенденціями транспортного планування, прийнятими в розвинених зарубіжних країнах. В роботі запропоновано використовувати функціональну класифікацію автомобільних доріг для призначення розрахункової швидкості руху для проектування доріг. Також пропонується при проектуванні використовувати диференційований підхід до нормування основних геометричних параметрів для доріг, що мають різне транспортне значення і відповідно різні умови руху та складу транспортного потоку, що дозволяє більш раціонально проектувати дороги.

Ключові слова: функціональна класифікація автомобільних доріг України, функціональний клас автомобільної дороги, розрахункова швидкість руху, технічні нормативи на проектування доріг.

Вступ.

Сучасний підхід до проектування автомобільних доріг базується на функціональній класифікації автомобільних доріг. Класифікація автомобільних доріг, перш за все, потрібна для вирішення завдань з планування розвитку дорожньої мережі, оцінки структури та стану дорожньої мережі, та є основою для вибору класу і категорії автомобільної дороги при проектуванні автомобільної дороги. При проектуванні автомобільної дороги її геометричні параметри визначають згідно з розрахунковою швидкістю. Яка в свою чергу буде залежати від функціонального класу автомобільної дороги.

Основна частина.

При функціональній класифікації автомобільних доріг дорожня мережа формується таким чином, що кожна з доріг мережі виконує певну транспортну функцію [1-3]:

- забезпечення руху інтенсивних транспортних потоків без забезпечення під'їзду до прилеглих територій (транзитні перевезення);
- забезпечення під'їзду до кінцевої точки поїздки (маршруту);
- перерозподіл транспортних потоків між дорогами різних класів, як правило з доступом на дороги більш високого класу.

Співвідношення між вказаними транспортними функціями та роль, яку відіграє автомобільна дорога в забезпеченні перевезень по мережі доріг, будуть визначати функціональний клас дороги. При функціональній класифікації



автомобільних доріг дороги об'єднуються в функціональні класи в залежності від транспортної функції, яку вони виконують і ролі автомобільної дороги у складі мережі автомобільних доріг. Відповідно до критеріальної бази функціональної класифікації автомобільних доріг пропонується встановити такі групи функціональних класів автомобільних доріг [2, 3]:

- основні магістральні автомобільні дороги забезпечують транзитний рух на великі відстані;
- другорядні магістральні автомобільні дороги забезпечують міжрегіональні і регіональні транспортні зв'язки, що мають державне і регіональне значення;
- основні розподільні (колекторні) автомобільні дороги та другорядні розподільні автомобільні дороги забезпечують перерозподіл транспортних потоків між магістральними та місцевими автомобільними дорогами;
- місцеві автомобільні дороги забезпечують під'їзд до прилеглих територій.

У роботах [2, 3] пропонується класифікувати автомобільні дороги за функціональними вимогами наступним чином, дивись рисунок 1.

Функціональний клас автомобільної дороги	Основна транспортна функція	Що з'єднують, суміщаються
Основні магістральні автомобільні дороги	- забезпечують міжнародні автомобільні перевезення; - включають безперервні маршрути, що забезпечують пересування інтенсивних транспортних потоків з високими швидкостями на великі відстані	- столицю України м. Київ з столицями іноземних держав; - столицю України м. Київ з обласними центрами; - автомобільні дороги, що є міжнародними транспортними коридорами; - суміщаються з міжнародними транспортними коридорами та / або входять до Європейської мережі основних, проміжних, з'єднувальних автомобільних доріг та відгалужень, мають відповідну міжнародну індексацію
Другорядні магістральні автомобільні дороги	- забезпечують під'їзд від магістральних автомобільних доріг або міст (обласних центрів) до транспортних вузлів (морських портів і річкових портів, аеропортів, залізничних станцій і інших транспортних об'єктів), які мають загальнодержавне і обласне значення; - забезпечують під'їзд до кордонів сусідніх держав.	- обласні центри, великі і найбільші міста між собою; - магістральні автомобільні дороги з транспортними вузлами (морські порти, річкові порти, аеропорти, залізничні станції та інші об'єкти транспортної інфраструктури), що мають міжнародне значення; - мережу автомобільних доріг загального користування з кордонами суміжних держав.
Основні колекторні (розподільні) дороги	- забезпечують перерозподіл транспортних потоків, в основному, між магістральними автомобільними дорогами, а також, можливо, автомобільними дорогами місцевого значення; - забезпечують транспортний зв'язок мережі магістральних автомобільних доріг з великими і найбільшими містами; - забезпечують транспортний зв'язок найбільших міст України з обслуговуючими їх транспортними вузлами (морськими, річковими портами, аеропортами, залізничними станціями та іншими транспортними об'єктами).	- магістральні автомобільні дороги між собою; - магістральні автомобільні дороги з великими і найбільшими містами; - найбільші міста України з обслуговуючими їх транспортними вузлами (морськими і річковими портами, аеропортами, залізничними станціями та іншими транспортними об'єктами); - магістральні автомобільні дороги з об'єктами тяжіння.
Другорядні колекторні (розподільні) дороги	- забезпечують перерозподіл транспортних потоків між магістральними автомобільними дорогами та автомобільними дорогами місцевого значення; - забезпечують зв'язок магістральних і розподільних автомобільних доріг з обласними центрами, з районними центрами; - забезпечують транспортний зв'язок обласних центрів з районними центрами; - забезпечують транспортний зв'язок обласних центрів, районних центрів з транспортними вузлами (аеропортами, морськими, річковими портами та іншими транспортними об'єктами) обласного та районного значення; - забезпечують під'їзд до об'єктів тяжіння (в тому числі спеціального призначення) обласного та районного значення.	- магістральні автомобільні дороги з основними колекторними дорогами; - магістральні автомобільні дороги з місцевими автомобільними дорогами; - основні колекторні дороги з місцевими автомобільними дорогами; - магістральні та основні колекторні дороги з обласними центрами, з районними центрами; - обласні центри з транспортними вузлами (аеропортами, морськими, річковими портами та іншими транспортними об'єктами) обласного та районного значення; - забезпечують під'їзд до об'єктів тяжіння (у тому числі спеціального призначення) обласного та районного значення.
Місцеві автомобільні дороги	- забезпечують інші транспортні зв'язки.	

Рисунок 1 – Функціональні класи автомобільних доріг України
(авторська розробка)

Механізм визначення функціонального класу автомобільної дороги наступний. У першому варіанті, якщо чітко визначені основна транспортна функція дороги, головні контрольні точки (пункти) і суміщення дороги з іншими елементами транспортної інфраструктури, то функціональний клас дороги можна прийняти на основі даних наведених на рисунку 2. В другому варіанті, якщо проектується автомобільна дорога «з нуля», і є елементом



мережі доріг регіону, то можна запропонувати наступний порядок класифікації [3]:

- аналізуємо склад та інтенсивність транспортних потоків в межах народно-господарського комплексу регіону в мережі автомобільних доріг;
- встановлюємо клас доріг за адміністративним призначенням і наявністю міжнародних транспортних коридорів;
- встановлюємо характер перевезень: транзитні, перерозподіл транспортних потоків по мережі, місцеві перевезення на окремих характерних ділянках дороги;
- встановлюємо вантажоутворюючі і вантажопоглинаючі пункти;
- встановлюємо місця доступу транспортних потоків на інші дороги і перелік доріг, по яким можливо перерозподілити транспортні потоки місцевих перевезень (районних, обласних) на дороги вищих за ієрархією;
- оцінюємо співвідношення двох функцій (мобільність і доступність) на конкретних дорогах і на окремих специфічних ділянках доріг;
- визнаємо основні транспортно-експлуатаційні параметри дороги (в першу чергу – швидкісний режим, рівні безпеки руху та ін.) з урахуванням необхідного співвідношення двох основних функцій доріг (мобільність і доступність), відстані перевезень, складу та інтенсивності транспортного потоку, визнаємо пріоритетні параметри за характеристиками перевезень;
- визначаємо функціональний клас дороги.

Функціональний клас	Клас автомобільної дороги за адміністративною класифікацією	Категорія автомобільної дороги	Гранично допустимий рівень завантаження	Умови доступу на автомобільну дорогу	Коефіцієнт швидкості руху
Основні магістральні автомобільні дороги	Міжнародні, національні	I-a I-b (II)*	0,45	В різних рівнях (повна) В різних рівнях (неповна), нерегульовані** В різних рівнях (неповна), регульовані*** і нерегульовані**	0,8-0,9
Другорядні магістральні автомобільні дороги	Національні (регіональні)	I-b II	0,45	В різних рівнях (неповна), нерегульовані В одному рівні, нерегульовані	0,75-0,85
Основні колекторні (розподільні) дороги	Національні, регіональні	I-b II (III)*	0,70	В різних рівнях (неповна), регульовані і нерегульовані. В одному рівні, нерегульовані.	0,70-0,80
Другорядні колекторні (розподільні) дороги	Регіональні, територіальні	II III (IV)*	0,70	В одному рівні, нерегульовані і регульовані	0,65-0,70
Місцеві автомобільні дороги	Обласні, районні	III IV V	0,70	В одному рівні, нерегульовані.	0,55-0,60

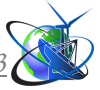
* як виняток призначається категорія дороги при незначній перспективній інтенсивності руху (менше 75 відсотків від мінімальної для нижчої категорії за функціональним класом).

** нерегульовані перетини і примикання – рух здійснюється відповідно з дорожніми знаками і розміткою.

Рисунок 2 – Функціональні класи та категорії автомобільних доріг
(авторська розробка)

При функціональній класифікації автомобільних доріг дорожня мережа формується таким чином, що кожна з доріг мережі виконує певну транспортну функцію:

- забезпечення руху інтенсивних транспортних потоків без забезпечення



- під'їзду до прилеглих територій (транзитні перевезення);
- забезпечення під'їзду до кінцевої точки поїздки (маршруту);
- перерозподіл транспортних потоків між дорогами різних класів, як правило з доступом на дороги більш високого класу.

Співвідношення між вказаними транспортними функціями та роль, яку відіграє автомобільна дорога в забезпеченні перевезень по мережі доріг, будуть визначати функціональний клас дороги.

Категорія автомобільної дороги призначається в залежності від функціонального класу дороги і класу дороги за адміністративною класифікацією.

Досвід європейських країн показує, що планування з урахуванням безпеки руху включає класифікацію доріг і встановлення меж швидкості руху відповідно до функції дороги.

Швидкість руху є основним транспортно-експлуатаційним показником дороги, що визначає пропускну здатність, зручність і безпеку руху, економічність автомобільних перевезень та інші характеристики роботи автомобільного транспорту і автомобільної дороги. Всі проектні рішення направлені в першу чергу на забезпечення заданої розрахункової швидкості руху. Для проектування автомобільної дороги, яка гарантує безпечний рух з розрахунковою швидкістю в будь-який час року, необхідно вміти оцінити вплив кожного елемента дороги, їх параметрів і метеорологічних явищ на швидкість руху для того, щоб обрати оптимальні параметри, технічні рішення та заходи.

Технічні нормативи на проектування елементів плану, поздовжнього та поперечного профілів призначаються за розрахунковою швидкістю, прийнятої для дороги даної категорії в залежності від рельєфу місцевості. Слід пам'ятати, що на ділянках автомобільних доріг на підходах до міст у випадках перетину дорогами територій, зайнятих особливо цінними сільськогосподарськими культурами і садами, допускається приймати значення розрахункових швидкостей, встановлені для важких ділянок пересіченій місцевості.

Окремі величини технічних нормативів слід обґрунтовувати розрахунками. Розрахунки технічних нормативів виконують для основної розрахункової швидкості і для важких ділянок пересіченої місцевості.

Прийняті в ДБН В.2.3-4 [4] розрахункові швидкості руху наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахункові швидкості руху

Ч.ч.	Категорія дороги	Розрахункова швидкість руху, км/год		
		Основна на рівнинній місцевості	Допустима на місцевості	
			горбистій	гірський
1	I-a	130	100	80
2	I-b	110	90	70
3	II	90	70	60
4	III	90	60	50
5	IV	90	50	30
6	V	90	40	30



Вибір розрахункової швидкості в межах встановлених інтервалів, слід проводити на основі техніко-економічного порівняння варіантів, крок розрахункової швидкості рекомендується приймати – 10 км/год.

За прийнятої розрахункової швидкості слід визначати мінімально допустимі значення основних геометричних елементів проекрованої автомобільної дороги. Зміна розрахункової швидкості на автомобільній дорозі, що проектується, необхідно проводити у випадках зміни рельєфу місцевості, а також згідно інженерних, економічних та екологічних міркувань. При цьому перехід слід здійснювати поступово, з узгодженням зміни фактичних швидкостей руху на суміжних ділянках траси за коефіцієнтом безпеки. Розрахункові швидкості руху на послідовно розташованих суміжних ділянках автомобільної дороги не повинні відрізнятися більш ніж на 20 відсотків.

Українське законодавство про дорожній рух формально відповідає середньоєвропейським нормам: 50 км/год – допустимий швидкісний режим у місті, 90 км/год – за межами населених пунктів, 130 км/год – на автомобільних магістралях.

Розрахункову швидкість на автомобільних дорогах з урахуванням функціональної класифікації доріг пропонується визначати наступним чином:

- згідно з порядком визначення функціонального класу автомобільних доріг встановлюється клас автомобільної дороги. Визначальним при цьому буде транспортна функція автомобільної дороги або її ділянки;
- за функціональним класом автомобільної дороги визначаємо рекомендовані технічні категорії і потім за розрахунковою інтенсивністю руху призначається проектна категорія дороги або ділянки.
- при визначенні швидкості руху необхідно виходити з наступних міркувань: слід розділити розрахункову(проектну) швидкість руху, на яку проектується геометричні параметри автомобільних доріг для забезпечення безпечного і економічно ефективного руху, і допустима (нормована ПДР) за критеріями безпеки швидкість руху, яку підтримують до 85% автомобілів у транспортному потоці.

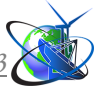
Беручи до уваги рекомендовані коефіцієнти швидкості для доріг різних класів і допустимі швидкості руху за правилами дорожнього руху (ПДР) в таблиці 2 представлені рекомендовані розрахункові швидкості руху.

Таблиця 2

Рекомендовані розрахункові швидкості руху

Ч.ч.	Категорія дороги	Розрахункова швидкість руху, км/год		
		Основна на рівнинній місцевості	Допустима на місцевості	
			горбистій	гірський
1	I-a	135-140	100-110	80
2	I-b	110 -120	90-100	70
3	II	100	70 (80)	60
4	III	90	60	50
5	IV	90	50	30
6	V	90	40	30

Примітка: більші швидкості руху приймаються для основних магістральних і основних колекторних доріг.



Особливу увагу слід приділити дорогам V категорії. Призначення параметрів поздовжнього и поперечного профілів дороги на розрахункову швидкість 90 км/год не викликає заперечень, а от допустима швидкість руху 90км/год при ширині проїзної частини 4,5 м не забезпечує безпеку руху. Необхідно узгодити ширину проїзної частини і допустиму швидкість руху.

Проектування елементів плану, поздовжнього та поперечного профілю автомобільних доріг являє собою процес призначення параметрів і вибір взаємного розташування геометричних елементів автомобільних доріг. Виконанням вимог до параметрів геометричних елементів забезпечується належна безпека і пропускна здатність автомобільних доріг при русі автомобілів з розрахунковими швидкостями. При геометричному проектуванні автомобільних доріг необхідно забезпечувати виконання вимог законодавства України.

Заклучення та висновки.

Призначення геометричних параметрів автомобільних доріг прийнято вести з умов забезпечення безпечних умов руху автомобіля з розрахунковою швидкістю. Таким чином, величину розрахункової швидкості рекомендовано приймати в залежності від класу і категорії дороги і топографічних умов місцевості за таблицею 2. Також і для проектування елементів плану, поздовжнього і поперечного профілів розрахункову швидкість запропоновано вибирати згідно таблиці 2.

Для кожного класу і категорії дороги, згідно функціональної класифікації, рекомендовано призначати розрахункову швидкість руху, за якою розраховують елементи дороги в плані і поздовжньому профілі.

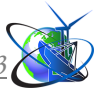
Крім того, дорогу в плані і поздовжньому профілі слід проектувати з умови найменшого обмеження і зміни швидкості, забезпечення безпеки і зручності руху. Розрахункові швидкості на суміжних ділянках автомобільних доріг не повинні відрізнятися більш ніж на 20 відсотків.

Література.

1. Врубелъ, Ю. А. Функциональная классификация дорог / Ю. А. Врубелъ, А. Г. Баханович // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 12-й Международной научно-технической конференции. Минск: БНТУ. – 2014. – Т. 3. – С. 216-217.
2. Арсеньєва Н.О. Обґрунтування основних критеріїв функціональної класифікації автомобільних доріг. / Н.О. Арсеньєва. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія : Технічні науки.– 2020. – Том 31 (70). – С. 85-89.
3. Арсеньєва Н.О., Фоменко Г.Р. Функціональна класифікація автомобільних доріг України / Н.О. Арсеньєва, Г.Р. Фоменко. // Розвиток транспорту. – 2020. – Випуск (6). – С. 71-79.
4. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Київ, 2015. 109 с.

References:

1. Vrubel', Y. A., and Baxanovich, A. G. (2014) 'Funkcional'naya klassifikaciya dorog'. *in materialy` 12-j Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii., 'Nauka – obrazovaniyu,*



proizvodstvu, e'konomike.' 216-217

2. Arsenieva, N. O. (2020) 'Obgruntuvannia osnovnykh kryteriiv funktsionalnoi klasyfikatsii avtomobilnykh dorih'. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu im. V.I. Vernadskoho. Seriiia : Tekhnichni nauky*. 31 (70). 85-89.

3. Arsenieva, N. O., and Fomenko, H. R. (2020) 'Funktsionalna klasyfikatsiia avtomobilnykh dorih Ukrainy'. *Rozvytok transportu* (6), 71-79.

4 . DBN V.2.3-4:2015. Highways. Kyiv, 2015. 109 pp.

Abstract. *Functional classification is a progressive method of group highways, it is in good agreement with modern trends in transport planning adopted in advanced foreign countries. The paper proposes to use a functional classification of highways for the appointment of a settlement speed for road design. It is also proposed when designing to use a differentiated approach to the normalization of basic geometric parameters for roads having different transport values and, accordingly, various conditions of traffic and flow of traffic flow, which allows more rationally designing highways.*

Key words: *Functional classification of highways of Ukraine, functional class of highways, estimated speed, technical standards for highways design.*

Статья отправлена: 07.04.2021 г.

©Арсеньева Н.А.



UDC 656.025.2

AUTOMATION OF RAILWAY OVERPASS CONSTRUCTION PROJECT DEVELOPMENT**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ПУТЕПРОВОДА****Dubrovskaya T.A. / Дубровская Т.А.***Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-0044-6056

SPIN: 1826-2295

Kravchenya I.N. / Кравченя И.Н.*Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2670-639X

SPIN: 9108-9419

*Belarusian State University of Transport, Gomel, Kirova 34, 246653**Белорусский государственный университет транспорта,**Гомель, ул. Кирова 34, 246653***Lebid I.N. / Лебедь И.Г.***Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-0707-4179

Luzhanska N.O. / Лужанская Н.А.*Senior Lecturer / старший преподаватель*

ORCID: 0000-0002-1271-8728

*National Transport University, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka, 1, 01010**Национальный транспортный университет, Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1, 01010*

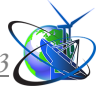
Abstract. For project design, the paper considers the intersection of railways and highways in the city of Minsk at various levels through the construction of a railway overpass. This solution, in addition to modern traffic safety requirements, is based on engineering and geodetic studies - the railway tracks are located at higher centre-line ground elevations. The project includes the offset of the track centerline to the temporary and permanent position in a plan view. The authors calculate the construction duration in case of double-shift and three-shift construction works using the Microsoft Project, the project management system.

Keywords: interchange, design, railway track reconstruction, Microsoft Project, project management system.

Introduction

For the uninterrupted handling of trains, ensuring the safety of train traffic, and taking into account the round-the-clock operation of railway transport, we consider the project of a railway overpass in the city of Minsk. During the construction of the first urban ring road in the city of Minsk on the section from Dzerzhinsky Avenue to Tolstoy Street, the reconstruction of the section of the existing V_{NP} and VI_{NP} railway tracks of Minsk-Passazhirsky station is being carried out. The reconstruction is performed with the laying of tracks in a new planimetric position, taking into account the perspective of the third backbone without demolishing the preserved buildings as well as the construction of a railway overpass with three tracks above the projected Pervoe Koltso Street.

The main design solutions are considered based on optimal construction costs and the possibility of further efficient and safe operation of railway transport facilities [1-4].



Statement of basic materials

The design of the railway overpass across Pervoe Koltso street and, in this regard, the reconstruction of the V_{NP} and VI_{NP} railway tracks between the stations Minsk-Passazhirsky – Minsk-Sortirovochny implies carrying out some operations.

At the first reconstruction stage, the stripping operations of the existing SMP No. 738 OAO "Trest Beltransstroy" connecting track No. 60, safety dead end siding No. 59, and turnouts No. 8, 10 as well as the restoration of the V_{NP} track are carried out.

At the second stage, during the railway overpass construction, the tracks V_{NP} and VI_{NP} are laid in a new planimetric position bypassing the overpass construction site with laying down roadbed for auxiliary rails.

The position of the auxiliary rails in a plan view is determined by the lay-out of tracks in Minsk-Passazhirsky station; the location of the railway overpass construction site at the intersection of the reconstructed V_{NP} and VI_{NP} railway tracks and the projected Pervoe Koltso Street; the location of the existing V_{NP} and VI_{NP} railway tracks of Minsk-Passazhirsky – Minsk-Sortirovochny and Minsk-Severnoy – Minsk-Sortirovochny sections.

The paper sets out to find an optimal construction organization solution for the timely commissioning of the facility under consideration.

When calculating the duration of construction, we use Microsoft Project that is the project management system. The calculations are based on the data on labor costs, the cost of one man-hour and the number of workers, the calculation of the payroll fund and the duration of construction. The research presents reference and competing construction options. The reference construction is based on a double-shift schedule with 8-hour-shifts; the competing one implies a three-shift schedule.

The duration of construction is determined by the types of work according to involved labor costs deducted from performing estimate calculations by the formula:

$$T = T_W / (8 n \cdot 21 P) \quad (1)$$

where T_W is labor costs, man-hours; 8 is the length of a working day, hours; T is the duration of construction, months; 21 is the number of working days per month, days; n is the number of shifts.

Figures 1-2 show the time schedules for the reference and competing construction options in the project management system called Microsoft Project, [5, 6].

The total duration of construction working double shifts is 19.56 months; with the three-shift schedule, it is 14.37 months. Since the labor costs are equal, the commissioning of the facility ahead of schedule by 5.19 months and the consideration of a coefficient that takes into account the use of the forecast price index in construction result in gaining economic benefits from the early completion of the facility. Thus, the three-shift construction schedule will reduce the construction time of the facility with minimal production costs of night work.

Characteristics of the overpass construction.

The designed railway overpass crosses the projected Pervoe Koltso Street. It is of I-a category with 6 traffic lanes. Its carriageway size is $3 \times 3,75 + 6,0 + 3 \times 3,75$ m. On the left side of the carriageway, the width of the sidewalk is 4.0 m; on the right side



of the carriageway, the sidewalk is combined with a cycle path with a total width of 5.5 m. The clearance diagrams for structures under the overpass are 5.0 m. The intersecting angle of the tangent to the VI_{NP} track centerline and the centerline of Pervoe Koltso Street is $34^{\circ} 41'$.

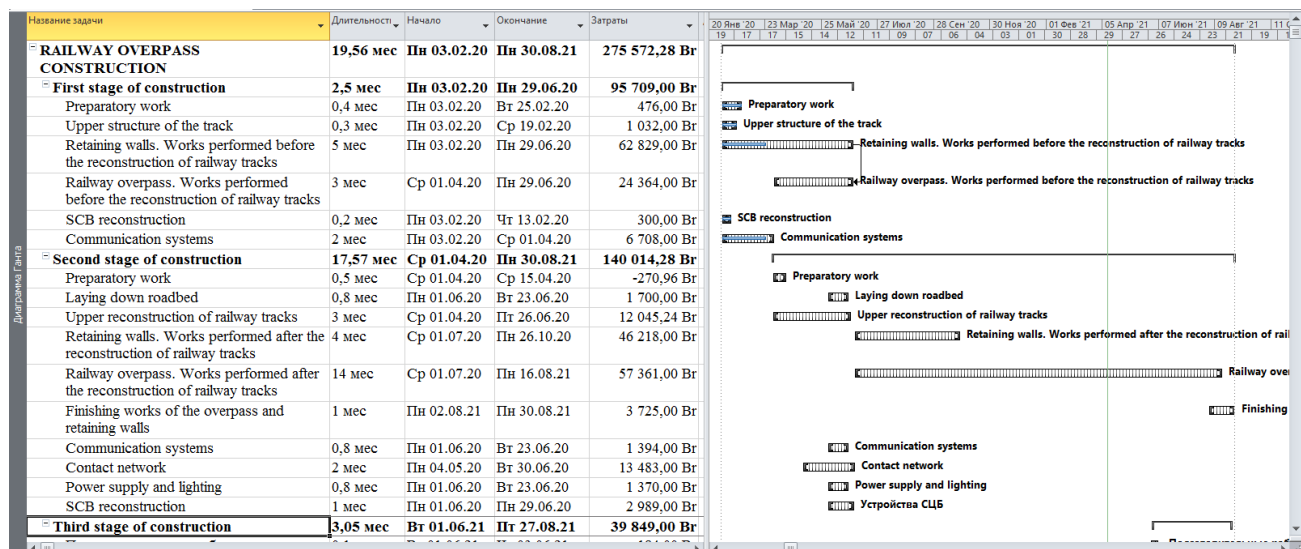


Fig. 1 Construction schedule for the reference option

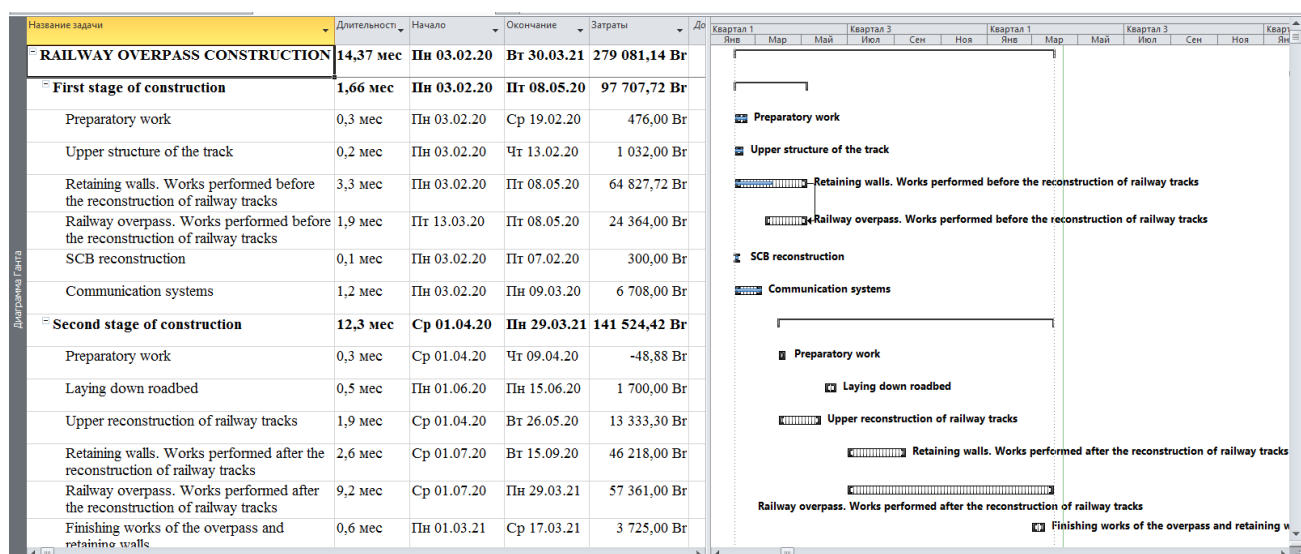


Fig. 2 Construction schedule for the competing option

The railway overpass is on a 7 % down grade in a section view, in a curve with a radius of 350 to 360 m in a plan view. The design position of the railway tracks in plan and section views is adopted in accordance with the plan of the reconstructed tracks.

The roadbed for the V_{NP} and VI_{NP} auxiliary rails in Minsk-Passazhirsky station was designed in an embankment with buried and semi-buried ballast. During the overpass construction period, for the V_{NP} and VI_{NP} tracks, the roadbed width with buried and semi-buried ballast, given the taken thickness of the ballast layer under the railway sleeper (20 cm of sub-ballast, 25 cm of stone bed on wooden railway sleepers), is taken as 3.6 m.



The width of the top of subgrade for the V_{NP} , and VI_{NP} tracks in Minsk-Passazhirsky station is taken as 7.30 m. The transverse outline of the top of subgrade for a double-track roadbed is taken in the form of a triangle with an altitude of 0.2 m and a base equal to the width of the top of subgrade. It is planned the broadening of the top of subgrade in curved tracks from the outside of the curve by 0.5 m with a radius of curves of 600 m or less.

The vegetation layer, according to the data of engineering and geological surveys within the limits of excavation, is absent at the base of the embankment (excavation). The back slopes of the designed earth structures are strengthened by sowing grass with the filling of 0.10 m thick humus. The steepness of the embankment slopes in the upper part is up to 6 m in height – 1: 1.5, and in the lower part, it is over 6 to 12 m. – 1: 1.75. Soil delivery for roadbed embankment filling of the railway tracks is provided by road transport.

The compaction factor in the railway embankment of the projected V_{NP} and VI_{NP} auxiliary rails in the upper part of the embankment up to 0.5 m. is 0.95; in the lower part of the embankment, it is 0.90 and is reached due to ensuring the required coverage with tamping machines based on the preliminary test compaction; limiting the thickness of filled in layers and the size of individual stones; creating additional height.

With the compaction factor equal to 0.95, the additional height in relation to the designed embankment height is 0.5%.

The width of the roadbed of the reconstructed V_{NP} and VI_{NP} tracks laid through permanent pipelines, with buried and semi-buried ballast at the taken thickness of the ballast layer under the railway sleeper (20 cm of sub-ballast, 30 cm of stone bed on the sections with reinforced concrete sleepers) is taken as 3.8 m.

The slopes of the existing roadbed of the V_{NP} and VI_{NP} railway tracks at the places where the embankment of auxiliary rails is dismantled as well as the previously dismantled protecting wall of the crushed stone warehouse and the protecting wall along the parking lot of the Minsk power supply division are planned with a slope steepness of 1: 1.5 and are strengthened by sowing grass.

Water drainage of the roadbed of the reconstructed V_{NP} and VI_{NP} tracks of Minsk-Passazhirsky – Minsk-Sortirovochny is realized using vertical land levelling. In the places where the reconstructed V_{NP} and VI_{NP} tracks are laid on the existing roadbed, the existing scheme of surface runoff drainage is not changed during the reconstruction.

The superstructure of the V_{NP} and VI_{NP} auxiliary rails in Minsk-Passazhirsky station, as well as the III backbone Minsk-Passazhirsky – Minsk-Severnoy for the overpass construction period, is designed from used P65 rails (1 shelf life) on type I wooden railway sleepers. Sleeper density is 1840 pcs / km on tangent tracks and on curved tracks with a radius of more than 1200 m; or 2000 pcs / km when laying on tangent tracks and on curved tracks with a radius of 1200 m or less. The type of fastening is spike.

The superstructure of the V_{NP} and VI_{NP} reconstructed tracks in Minsk-Passazhirsky station, as well as the III backbone Minsk-Passazhirsky – Minsk-Severnoy laid through permanent pipelines, is designed from new P65 rails on



reinforced concrete sleepers with lying continuous welded rails. Sleeper density is 1840 pcs / km on tangent tracks and on curved tracks with a radius of more than 1200 m; or 2000 pcs / km when laying on tangent tracks and on curved tracks with a radius of 1200 m or less. The type of fastening is SB-3.

The ballast type is two-layer (crushed stone ballast on sub-ballast), with ballast layer thickness under the sleeper of 35/20 cm (crushed stone ballast – 35 cm, sub-ballast – 20 cm) for rails on reinforced concrete sleepers and 25/20 for rails on wooden sleepers.

On curved tracks, the vertical setting of rail is arranged in accordance with the current regulations.

The width of the ballast section on top of the tangent track of the III backbone Minsk-Passazhirsky – Minsk-Severny should be at least 3.85 m; for the V_{NP} and VI_{NP} tracks of Minsk-Passazhirsky – Minsk-Sortirovochny – at least 3.65 m. On curved tracks when $R < 600$ m, the width of the ballast section must be increased from the outside of the curve by 0.10 m

Conclusions

Thus, the developed solutions for the design of a city ring interchange with Minsk-Passazhirsky station tracks make it possible to increase traffic capacity; increase the speed of movement and the level of safety of vehicles; improve the organization of traffic between logistics centers with different transport infrastructure and transport modes.

References:

1. Luzhanska N. O., Kravchenya I. M., Dubrovskaya T. O., Lebid I. H. Technical Justification at Upgrading Speed of Trains on the Railway // Modern Engineering and Innovative Technologies, № 14 (2). – Germany, Karlsruhe: Sergeieva & Co, 2020. – P. 100-107. doi:10.30890/2567-5273.2020-14-02-064.
2. Kravchenya I. N., Dubrovskaya T. A. Application of mathematical modeling methods when designing reconstruction of railways // Izvestiya Transsib № 2 (308). – Omsk, 2019. – P. 109-116.) (In Russian)
3. Lebid I., Kravchenya I., Dubrovskaya T., Luzhanska N., Berezovyi M., Demchenko Ye. Identification of the railway reconstruction parameters at imposition of high speed traffic on the existing lines // MATEC Web of Conferences, V. 294. – EDP Sciences, 2019. – Article 05003. doi.org/10.1051/mateconf/201929405003.
4. Lebid I., Shevchenko D., Kravchenya I., Luzhanska N., Prokudin G., Olishevych M. Rationing of the number of signals and interlockings in the operational stock of railway stations // MATEC Web of Conferences, V. 294. – EDP Sciences, 2019. – Article 05007. doi.org/10.1051/mateconf/201929405007.
5. Taha, Hamdy A. Operations research: an introduction. – 10 th ed. – New Jersey: Upper Saddle River, 2017.
6. Burduk E. L., Kravchenya I. N Operations research: a training manual. – Gomel: BelSUT, 2008. – 74 p. (In Russian)

Аннотация. Для бесперебойного пропуска поездов с учетом круглосуточного режима работы железнодорожного транспорта рассматривается проект железнодорожного путепровода в городе Минск. Проектирование развязки первого городского кольца со



станционными путями станции Минск-Пассажирский предусматривает реконструкцию железнодорожных путей V_{NP} и VI_{NP} между станциями Минск-Пассажирский – Минск-Сортировочный. Данное решение кроме современных требований безопасности движения обусловлено инженерно-геодезическими исследованиями – железнодорожные пути находятся на более высоких отметках земли. В проект входят смещение оси путей во временное и окончательное местоположение в плане. Произведен расчет продолжительности строительства при двухсменном и трехсменном варианте строительства с помощью системы управления проектами Microsoft Project. Трехсменный график строительства позволит сократить продолжительность строительства объекта при минимальных затратах на производство работ в ночное время. Разработанные решения по проектированию развязки городского кольца со станционными путями станции Минск-Пассажирский позволят: увеличить пропускную способность автодороги; повысить скорость движения и уровень безопасности транспортных средств; улучшить организацию движения между логистическими центрами с различной транспортной инфраструктурой и видами транспорта.

Article submitted: 07.04.2021 p.

© Luzhanska N.O., Kravchenya I.M., Dubrovskaya T.O., Lebid I.H.



UDK 656.08:65.11

**SIMULATION MODELING OF URBAN PASSENGER TRANSPORT
SCHEDULE ON DUPLICATING STRETCHES****ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ ГОРОДСКОГО
ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ДУБЛИРУЮЩИХ УЧАСТКАХ****Kravchenya I.N. / Кравченко И.Н.***Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2670-639X

SPIN: 9108-9419

Azemsha S.A. / Аземша С.А.*Ph.D. in Engineering Science., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-9368-8910

SPIN: 6898-2383

*Belarusian State University of Transport, Gomel, Kirova str. 34, 246653**Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, ул. Кирова 34, 246653***Feizullaeva L. S. / Фейзуллаева Л.С.**

ORCID: 0000-0002-1200-1575

*Engineer of Transportation and Traffic Management Department**MTUE «Gomeloblpassazhirtrans», Gomel, Sovetskaya str. 28, 246050**КТУП «Гомельоблпассажиртранс», Гомель, ул. Советская 28, 246050*

Abstract. One of the quality indicators of urban passenger transport services is punctuality that is directly related to the well-planned route vehicles schedule. The article presents the optimization problem of public transport schedule in response to the improvement in passenger service quality. The simulation model of urban passenger transport within simulation modelling system GPSS World is realized. It allows testing the optimization methodology of route vehicle scheduling. The simulation model was tested in existing transport network of Gomel. The obtained optimization results may be used by Open Joint Stock Company "Gomeloblavtotrans" for improving the quality of public passenger transportation.

Keywords: urban passenger transport, scheduling methodology, duplicating stretches, traffic interval, simulation model.

Introduction.

Modern urban passenger transport is the most important system that provides economical growth of the cities and comfortable living conditions for population. Quality of passenger transport determines the real living standard and social climate [1]. If public transport is inconvenient, passengers start using cars. It affects the environment. It makes the task of improving the schedule of passenger transport actual. A lot of articles are devoted to the scheduling methodology of passenger transport [2 – 7].

The regularity of vehicle arrival at the transport stop, which is serviced by one route, is ensured by the observation of necessary traffic intervals. If there are several routes servicing the same stretch, it is necessary to coordinate traffic schedules of different routes on duplicating stretches of their traffic.

Some vehicles of different routes have the same direction and for passengers it doesn't matter which route to take. Vehicles of different routes arrive to the transport stop at the same time. Passengers from the stop enter the first vehicle. The next vehicles leave the transport stop empty. Then there comes a gap in the schedule until



the next vehicles come. And the situation repeats. When scheduling, the impact of compatible travel stretches of route vehicles is more often ignored, which is significant weakness for urban passenger transport services.

The presence of duplicating stretches is accompanied by formation of transport queues at the transport stops, as well as irregularity of traffic intervals and vehicle occupancy, thus increasing passengers' waiting time for vehicles and leading to a negative impact on comfort while travelling [5 – 7].

The problem of the improvement in passenger service quality and efficiency of urban public transport is to align the schedules of different routes on duplicating stretches, thereby contributing to more regular traffic interval and vehicle occupancy. It would appear to be possible to achieve abovementioned coherence in vehicle schedule of different routes through the primary coordination of traveling time through “basic” transport stops with further calculation of the traveling time through the other transport stops of the route.

Statement of basic materials.

To substantiate and test the scheduling technique of route vehicles on duplicating stretches [5 – 7], the simulation model of duplicating stretches is proposed.

A mathematical model of the movement of traffic flows going through duplicating stretch can be represented as a queuing system. Its graphical representation is shown in Figure 1.

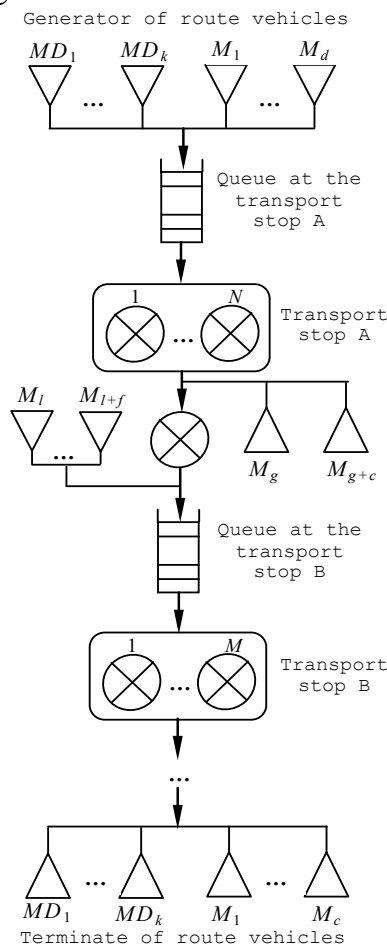


Fig. 1 Mathematical model of duplicating stretch

Authors' development



The proposed queuing model of duplicating stretches is developed in the GPSS World simulation automation package [8 – 9]. The properties of the simulation model of duplicating stretches have been tested and studied.

The simulation model test included two stages: verification and validity check. At the verification stage, the correctness of the operating algorithm of the simulation model using the model's interactive single-step debugging properties was checked. It allows setting breakpoints in the model and gives the opportunity to determine the parameters of its service requests. Using verification, the logical structure of the model has been identified as correct. Verification carried out during the complex debugging of the program on real initial data showed that the developed simulation model in all situations corresponds to the operation of the object under study.

The model validity was verified by matching the values of the model functioning characteristics with the data obtained by analytical calculations to the specified accuracy.

In the study of the properties of the simulation model, the simulation accuracy was evaluated, the length of the simulation transition period was determined; the stability of simulation model responses was evaluated; the sensitivity of model responses was identified. Determining the sensitivity of model responses, it was necessary to evaluate the percentage of changes in model responses depending on the number of vehicles requiring service.

In the process of collecting simulation statistics, the data such as average queue lengths of vehicles (η_k), average queuing time (w_k), and transport stop load factors (ψ_k) are determined. Then, for transport stop, the value of the time loss of vehicle service requests in queues is calculated:

$$LT_k = \eta_k \cdot w_k \quad (1)$$

For the obtained values, the diagrams of the relationship between transport stop load intensity and the time loss of vehicles in queues are constructed.

Application.

The simulation model was tasted in existing transport network of Gomel, Belarus. Based on the reports obtained as a result of modeling, the main indicators of the modeling results were determined and the time loss value of vehicle service requests in queues was calculated. The main characteristics for the duplicating stretch "Institute "Gomelproject" – Ogorenko street" at the transport stop "Institute "Gomelproject" for rush hours are shown in table 1.

Table 1

Optimization result of the schedule at the transport stop "Institute "Gomelproject"

	Load factor, ψ_k	Average queuing time, min, w_k	Average queue length, vehicles, η_k	Vehicles served without queuing time, %	LT_k
Before optimization	0,69	1,5	0,5	75	0,75
After optimization	0,75	0,3	0,01	99	0,003

Authors` development



As a result of the traffic schedule optimization on the duplicating stretches

- the traffic intervals of vehicles for each route separately and for duplicating stretches were aligned,
- passengers' waiting time for route vehicle arrival, average queuing time and queue length for route vehicles, load factor of transport stop by vehicles were reduced.

Conclusions.

While optimizing the existent schedule, particular attention is paid to improvement of such indicators as passengers' waiting time for route vehicle arrival and load factor of transport stop by vehicles.

The first parameter has an impact on passenger satisfaction from travelling. Alignment of time intervals between consecutive vehicles of different routes on duplicating stretches results in evenly filled vehicles, thus increasing passenger comfort.

Reduction of the load factor of transport stop by vehicles, therefore, makes it possible to exclude the formation of the route vehicle queues whilst boarding / alighting of the passengers. This has reduced transport delays; due to lack of forced idle time of route vehicles in front of transport stop (waiting for an opportunity to drive to it) and subsequent accelerations, there is also the effect of reducing economic (additional fuel consumption) and environmental (from emissions of air pollutants) losses.

References:

1. Azemsha S. A. (2019) Parameters of automobilization in the Republic of Belarus and their impact on greenhouse gas emissions. *Ecologica*. Beograd, 94, 217–223.
2. Cao Zh., Ceder A. (2019) Autonomous shuttle bus service timetabling and vehicle scheduling using skip-stop tactic. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 102, 370-395. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.03.018>.
3. Liu T., Ceder A. (2018) Integrated public transport timetable synchronization and vehicle scheduling with demand assignment: A bi-objective bi-level model using deficit function approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, 117, 935-955. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.08.024>
4. Wu W., Liu R., Jin W., Ma Ch. (2019) Stochastic bus schedule coordination considering demand assignment and rerouting of passengers. *Transportation Research Part B: Methodological*, 121, 275-303. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.01.010>
5. Azemsha S. A., Kravchenia I. N. (2021) Efficiency assessment of optimizing the schedule of urban passenger transport on duplicate sections. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 18(1), 72-85. (in Russian) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-1-72-85>
6. Kravchenya I. N., Podkolzin A. M. (2019) Optimization of public transport schedule of different routes on duplicating stretches. *Organization and road safety*. Tyumen: TIU, 2. 54–61. (in Russian).
7. Lebid I., Kravchenya I., Luzhanskaya N., Medvedev E. (2019) Optimization technique of public transport schedule of different routes on duplicating stretches.



Prospects for the development of mechanical engineering and transport – 2019: Materials of the 1th International scientific and technical conference. Vinnytsia: VNTU. 176-177 (in Ukrainian).

8. Shevchenko D.N., Kravchenya I. N. (2007) Simulation modeling on GPSS. Gomel: BelSUT. 97 (in Russian).

9. GPSS World Reference Manual (2001) Minuteman Software, 4 ed. Holly Springs. NC. U.S.A. 305.

Аннотация. Одним из показателей качества обслуживания населения городским пассажирским транспортом является регулярность движения, которая напрямую зависит от грамотно составленного расписания маршрутных транспортных средств. При составлении расписания пассажирского транспорта необходимо, чтобы оно обеспечивало: проезд пассажиров с минимальными затратами времени; движение маршрутных транспортных средств в соответствии с пассажиропотоками на маршрутах; регулярность движения; координацию движения маршрутных транспортных средств с движением других видов пассажирского транспорта. В статье рассмотрена задача оптимизации расписания движения городского пассажирского транспорта с учетом повышения качества обслуживания пассажиров. Предложена имитационная модель городского общественного транспорта в системе имитационного моделирования GPSS World, которая позволяет провести апробацию методики оптимизации расписания движения маршрутных транспортных средств на дублирующих участках. Имитационная модель апробирована на существующей транспортной сети города Гомеля. Полученные результаты оптимизации могут быть использованы предприятием ОАО «Гомельоблавтобус» для повышения качества городских перевозок пассажиров.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, методика оптимизации расписания, дублирующий участок, интервал движения, имитационная модель.

Статья отправлена: 11.04.2021 г.

© Kravchenya I.N., Azemsha S.A., Feizullaeva L.S.



УДК 691(075)

COMPARISON AND SELECTION OF FILLERS

ПОРІВНЯННЯ І ВИБІР ЗАПОВНЮВАЧІВ

Kovernschenko L.M./Коверніченко Л.М.

Ph.D., Associate Professor / к.т.н., доцент

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1369-6900>

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, 11 Matusevicha Street

Криворізький національний університет, Кривий Ріг, вул. Матусевича 11

Анотація Будівельні матеріали досліджують різноманітними методами. При дослідженні якісних показників компонентів, нових складів, технологічних удосконалень і т. П. Може бути застосована єдина методична основа. Вона полягає в тому, що досліджувані явища і характеристики порівнюють у відповідних умовах. Часто ці порівняння проводять при рівних, а не відповідних умовах, наприклад при рівній міцності, рівному фазовому складі, однакових технологічних операціях, що дорівнює витраті компонента і т.п. Тим часом таке порівняння правомірно тільки в окремому випадку. Не можна, наприклад, без урахування структурних особливостей робити висновки про ідентичність якості двох матеріалів, що володіють однаковою міцністю або іншими однаковими властивостями.

Метод вирішення такого завдання з позицій загальної теорії, полягає в тому, що порівнюються властивості в'язучих речовин при їх оптимальних структурах. І тому якщо серед порівнюваних речовин було знайдено в'язуче з найкращими показниками якості, то по закону обов'язкової відповідності властивостей воно буде найкращим і у виробі при прийнятих технологічних умовах і режимах. Отримані відомості про показники властивостей служать, крім того, вихідними даними при подальшому проектуванні оптимального складу, повністю задовольняє заданим технічним вимогам.

Методичні основи теорії полягають також в тому, що за допомогою методу проектування видається необмежена кількість оптимальних складів. Однак, на заключній стадії проектування з багатьох оптимальних вибирають тільки один або кілька раціональних складів, які найбільш повно відповідають конкретним технологічним умовам, заданим показниками якості та економічної ефективності. Порівняння оптимальних складів між собою при виборі раціонального роблять за розрахунковими формулами і графіками-номограмами, що дозволяє без великих експериментальних досліджень порівнювати між собою основні характеристики при оптимальних структурах.

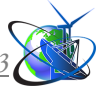
Ключові слова: будівельні матеріали, характеристика, порівняння, вибір, структури.

Вступ

Будівельні матеріали досліджують різноманітними методами. При дослідженні якісних показників компонентів, нових складів, технологічних удосконалень і т. п. Може бути застосована єдина методична основа. Вона полягає в тому, що досліджувані явища і характеристики порівнюють у відповідних умовах. Часто ці порівняння роблять при рівних, а не відповідних умовах, наприклад при рівній міцності, рівному фазовому складі, однакових технологічних операціях, що дорівнює витраті компонента і т.п. Тим часом таке порівняння правомірно тільки в окремому випадку. Не можна, наприклад, без урахування структурних особливостей робити висновки про ідентичність якості двох матеріалів, що володіють однаковою міцністю або іншими однаковими властивостями.

Аналіз досліджень і публікацій

Нерідко, наприклад, при вирішенні деяких практичних завдань в області



важких цементних бетонів якісні показники порівнюють при однаковому водоцементному відношенні. Таке порівняння не враховує можливої відмінності в структурі бетонів, оскільки при однаковому водо-цементному відношенні структури можуть бути порфіровими і контактними, з надлишком або недоліком в'язучої частини, високопористі і щільні, і т.д. [1-3].

До однієї з поширених технологічних завдань відносять вибір найкращого різновиду в'язучого для матеріалу, виготовленого за прийнятою технологією. Найпоширеніший спосіб вирішення цього завдання полягає в паралельному виготовленні виробу на основі різних в'язучих, але з дотриманням однакових умов і складів. [4-6]. Після випробування відповідних зразків порівнюють отримані результати і за якісними показниками виносять рішення про перевагу того чи іншого в'язучого. Робота ця пов'язана з випробуванням великої кількості зразків, навіть якщо останнє розраховане з використанням методу математичного планування експерименту. Отримувані середні статистичні дані потребують подальших уточнень, так як вони охоплюють широку область оптимальних і неоптимальних структур.

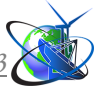
Мета та завдання досліджень

Метод вирішення такого завдання з позицій загальної теорії, полягає в тому, що порівнюються властивості в'язучих речовин при їх оптимальних структурах. І тому якщо серед порівнюваних речовин було знайдено в'язуче з найкращими показниками якості, то по закону обов'язкової відповідності властивостей воно буде найкращим і у виробі при прийнятих технологічних умовах і режимах. Отримані відомості про показники властивостей служать, крім того, вихідними даними при подальшому проектуванні оптимального складу, який повністю задовольняє заданим технічним вимогам. Якщо в ході вивчення виявиться, що в'язуча речовина має властивості, показники яких гірше необхідних, наприклад міцність в'язучого оптимальної структури нижче необхідної міцності, то цей метод вирішення допомагає встановити неспроможність спроб створення на його основі заповнювача необхідної якості. Буде потрібно проведення додаткових досліджень щодо підвищення якості вихідної в'язучої речовини.

З цією метою вишукують доступні і прямі методи поліпшення властивостей в'язучого введенням додаткових речовин, зміною режиму твердіння (що має знайти повне відображення у майбутній технології виробництва); попередньою обробкою в'язучого або його окремих інгредієнтів і т.п.; вишукують методи опосередкованого впливу на якісні показники в'язучого при виготовленні за рахунок застосування активних наповнювачів, здатних компенсувати і підняти недостатній показник в'язучої частини (наприклад, межа міцності при розтягуванні за рахунок введення армуючого заповнювача).

Методи дослідження

Метод оцінки в'язучої речовини як мікродисперсний, зручний не тільки тому, що одержувані характеристики можуть бути використані в якості розрахункових, при визначенні тих же характеристик на його основі, а й тому, що вони фіксують гранично можливі значення показників якості.



Вибір і порівняння наповнювачів здійснюють шляхом аналізу експериментальних даних, отриманих при випробуванні з одним і тим же в'язучим, але при різних заповнювачах. Щоб виключити зайві невідомі, нерідко порівняння здійснюють при однорідному в'язучому, наприклад з одним і тим же фазовим ставленням (водоцементним, бітумомінеральним і т.д.). До застосування рекомендують ті наповнювачі, які забезпечують при прийнятих умовах кращі показники властивостей. З позицій загальної теорії такий метод оцінки якості наповнювачів потребує низки уточнень. По-перше, необхідно поліпшити заповнювач за допомогою різних можливих прийомів - фракціонування, промивання, подрібнення, складання щільної суміші, распушки, просушування і т.п. Порівняння якості наповнювачів доцільно проводити в станах їх повної підготовленості і з урахуванням економічних витрат на підготовку. По-друге, необхідно оцінити якість підготовленого заповнювача за допомогою прийнятої в'язучої речовини. З цією метою виготовляють два склади при довільних фазових співвідношеннях в'язучого, але обов'язково з отриманням оптимальних структур.

Основна частина

Після їх випробування, властивостей (міцності та ін.) визначають показник ступеня n в рівнянні виду $y=a/x^n$. Ознакою більш високої якості заповнювача є знижена величина показника ступеня. По-третє, необхідно спробувати додатково активізувати прийнятий заповнювач і спонукати до зниження структурного показника ступеня n за допомогою добавок, прогріву і т.п. По-четверте, доцільно спробувати збільшити вміст дрібної фракції в заповнювачі в міру збільшення фазового відношення в'язучого. Цим заходом іноді досягається зниження показника ступеня n без додаткових засобів активації заповнювача, наприклад шляхом збільшення вмісту піску в щебені при збільшенні водоцементного відношення в цементному бетоні.

Методичні основи теорії полягають також в тому, що за допомогою методу проектування видається необмежена кількість оптимальних складів. Однак, на заключній стадії проектування з багатьох оптимальних вибирають тільки один, або кілька раціональних складів, які найбільш повно відповідають конкретним технологічним умовам, заданим показниками якості та економічної ефективності. Порівняння оптимальних складів між собою при виборі раціонального здійснюють за розрахунковими формулами і графіками-номограмами, що дозволяє без великих експериментальних досліджень порівнювати між собою основні характеристики при оптимальних структурах. У цьому порівнянні різних складів, які відповідають необхідним технічним вимогам, можна виходити з зміни щільності суміші, різних методів активації наповнювачів, різних способів технологічної обробки суміші і моноліту на окремих стадіях її виготовлення і т.д. При цьому не потрібно великих затрат часу на лабораторні дослідження особливо, якщо були визначені допоміжні характеристики в'язучої речовини при оптимальній його структурі, функціональні показники ступеня в рівняннях міцності, деформативності і ін. До виявлення раціональних оптимальних складів залучаються економічні розрахунки варіантів. При відпрацюванні нової технології важливо



переконалися в повноті дослідження потенційних можливостей кожної операції. Останнє проявляється в швидкості протікання процесів структуроутворення. Практично ефективність впровадження удосконалень в технології контролюється за швидкістю, характером і розмірами зміни показників властивостей оптимальних структур, а при необхідності-також в'язучої речовини, наповнювачів і суміші за допомогою стандартних і нестандартних методів. При порівняннях величини колишніх і нових показників при оптимальних структурах важливо орієнтуватися на створення їх експериментальних значень. Загальна теорія виступає тут як методична основа для порівняльного вивчення ступеня оптимальності технологій, особливо поки не існує критеріїв оптимізації технологій.

Висновки

Таким чином, пошук нових шляхів вдосконалення технології спирається на закони оптимальних структур і їх якісні показники, так само як оптимальна структура завжди повністю залежить від технологічних параметрів.

Література:

1. Коверніченко Л.М. Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою/Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Випуск 8, Луцьк, 2017. -С.103-110.
2. Kovernichenko L, Shishkin A. Regulation of the influence of the structure of inorganic binders on their properties//Technology audit and production reserves.2018. №3/1(41).
3. Штарк Иохен, Вихт Бернд. Долговечность бетона / Пер. с нем. - А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко, Техн. ред. Е. Кавалеровой. Киев: Оранта, 2004. - 301 с.
4. Fredericks J. C., Saunders N. R., Broadfoot J. T. Recent developments in positive displacement shotcrete equipment. Shotcreting, Publication Sp—14 ACI.
5. Ir O. K-, Multiple laser shotcrete tunnel lining. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
6. Reading T. J. Shotcrete as a construction material. Stfpieretehg, Publication SP-14, ACI.

References

- 1.Kovernichenko L.M. Zapovniuvachi dlia betonu i vzaemodiia yikh z vodoiu/Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi. Vypusk 8, Lutsk, 2017. -S.103-110.
- 2.Kovernichenko L, Shishkin A. Regulation of the influence of the structure of inorganic binders on their properties//Technology audit and production reserves.2018. №3/1(41).
3. Shtark Iohen, Viht Bernd. Dolgovechnost betona / Per. s nem. - A. Tulaganova. Pod red. P. Krivenko, Tehn. red. E. Kavalarovoy. Kiev: Oranta, 2004. - 301 s.
4. Fredericks J. C., Saunders N. R., Broadfoot J. T. Recent developments in positive displacement shotcrete equipment. Shotcreting, Publication Sp—14 ACI.
5. Ir O. K-, Multiple laser shotcrete tunnel lining. Shotcreting, Publication Sp-14 ACI.
6. Reading T. J. Shotcrete as a construction material. Stfpieretehg, Publication SP-14, A

Abstract Building materials are examined in a variety of ways. When studying the qualitative indicators of components, new compositions, technological improvements, etc., a single



methodological basis can be applied. It consists in the fact that the studied phenomena and characteristics are compared in appropriate conditions. Often these comparisons are still made under equal rather than appropriate conditions, for example, with equal strength, equal phase composition, identical technological operations, equal component consumption, etc. Meanwhile, such a comparison is valid only in a particular case. It is impossible, for example, without taking into account the structural features, to draw conclusions about the identity of the quality of two materials with the same strength or other identical properties.

The method for solving such a problem from the standpoint of the general theory is that the properties of binders are compared with their optimal structures. And therefore, if among the substances being compared, a binder with the best quality indicators was found, then according to the law of mandatory compliance of properties, it will be the best in the product under the accepted technological conditions and modes. In addition, the obtained information about the property indicators serves as the initial data for the subsequent design of the optimal composition that fully meets the specified technical requirements.

The methodological foundations of the theory also consist in the fact that with the help of the design method, an unlimited number of optimal compositions are issued. However, at the final design stage, out of many optimal ones, only one or several rational compositions are selected that most fully correspond to specific technological conditions, given quality and economic efficiency indicators. Comparison of the optimal compositions with each other when choosing a rational one is carried out according to calculation formulas and graphs-nomograms, which allow comparing the main properties with optimal structures without large experimental studies.

Key words: building materials, characteristics, comparison, choice, structures.



УДК 528

**GEODETIC CONTROL OF ENGINEERING SAFETY OF THE BUILDING
ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ІНЖЕНЕРНОЇ БЕЗПЕКИ БУДИНКУ****Kolosuk A.A. / Колосюк А.А.***c.e.s., associate professor, head of department к.е.н. / доцент, завідувач кафедри*

ORCID: 0000-0001-7220-4772

Nakhmurov O. M / Нахмуров О.М.*PhD, Professor | к.т.н., професор*

ORCID: 0000-0003-1081-8140

Zakharchuk V. V. / Захарчук В.В.*senior lecturer / ст. викладач*

ORCID: 0000-0002-0370-4113

Shyshkalova N Y. / Шишкалова Н.Ю.*senior lecturer / ст. викладач,*

ORCID: 0000-0003-1749-5428

Yurkovskyi R.G. / Юрковський Р.Г.*PhD, Professor / к.т.н., професор*

ORCID: 0000-0001-8864-1854

*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa Didrihsona, 4, 65029
Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Дідріхсона, 4, 65029*

Анотація. Систематичні спостереження за будівлею дають кількісну оцінку просторово-часових змін її стану і дозволяють прогнозувати перебіг подальших деформацій попереджаючи їх негативні наслідки. Складено науково-технічний звіт, що включає всі результати спостережень і інструментальних вимірювань, аналіз їх, оцінку стану споруди, причини виникнення деформацій і рекомендації з питань і завдань, поставлених при моніторингу. Досвід геодезичного моніторингу, що виконує Науково-дослідна лабораторія (НДЛ) Одеської державної академії будівництва та архітектури (ОДАБА) на численних об'єктах міста, таких як Одеський оперний театр, Кірха (Лютеранська церква) (1), «Пасаж» (2), Офісно-житловий комплекс «Arc Palace» (3), дозволяє надавати якісні рекомендації, які дозволили своєчасно вжити заходи по забезпеченню подальшої безаварійної експлуатації цих будівель.

Ключові слова: геодезичний моніторинг, деформаційні марки, нівелювання, осідання, геодезичні спостереження, крен, цикли спостережень, інварні рейки, нівелір, тахеометр.

Вступ.

Більшість житлових масивів Одеси розташовані на ділянках плато складених лесовими породами. У сухому стані леси відзначаються великою міцністю і слугують надійною основою для будівель, але при замочуванні виникають просідання, часто нерівномірні, які загрожують споруді руйнівними деформаціями.

Основний текст.

В м. Одеса на Фонтанській дорозі, 19 на ділянці з лесовими ґрунтами у 1975 році почали будівництво 16-ти поверхового експериментального житлового будинку на фундаменті з суцільної залізобетонної плити. Технологією будівництва передбачено роздільне зведення стін і монтаж перекрить. Спочатку, на всю висоту бетонувались стіни у ковзній опалубці з обладнанням гнізд для перекрить. Збірні перекриття замоноличувались в стіну по периметру послідовно, починаючи з першого поверху (4) (рис.1).

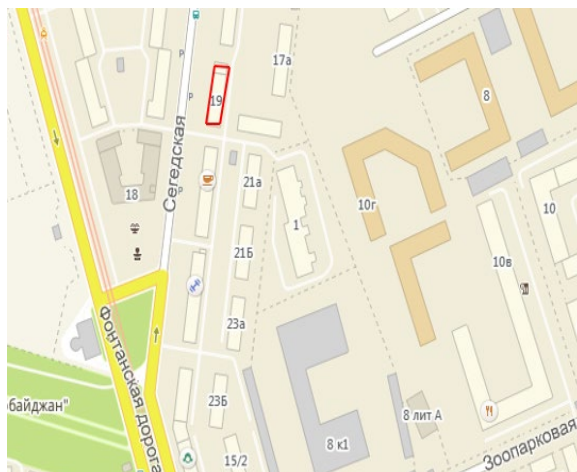


Рисунок 1 - Схема розташування 16-ти поверхового житлового будинку

Перший цикл геодезичних спостережень за осіданням чотирьох (1-4) настінних кутових марок (**рис.2**) будівельники виконали після бетонування стін на рівні другого поверху (7,7 м від верху фундаментної плити) високоточним геометричним нівелюванням по програмі II класу нівеліром Н-05 з використанням інварних рейок.(5)

Подальші цикли геодезичних спостережень у 1983, 1998, 2002 роках будівельники виконували на вимогу мешканців житлового будинку через його видимий нахил. Результати спостережень за осіданням наведено в таблиці 1.

Таблица 1

Результати геодезичних спостережень за осіданням деформаційних марок 16-ти поверхового житлового будинку

№ марки	№№ циклів спостережень, дата							
	I цикл 1975 рік	II цикл 1983 рік		III цикл 10.06.1998р.		IV цикл 13.09.2002		
	Позначка, м	Позначка, м	Осідання за циклом, мм	Позначка, м	Осідання з початку спостережень , мм	Позначка, м	Осідання за циклом, мм	Осідання з початку спостережень , мм
Дм1	2.248	1.546	-702	1.501	-747	1.493	-8	-755
Дм2	2.222	1.441	-781	1.393	-829	1.384	-9	-838
Дм3	2.267	1.586	-681	1.524	-743	1.516	-8	-751
Дм4	2.285	1.650	-635	1.595	-690	1.587	-8	-698

В 2014 році місцева влада звернулась до Одеської державної академії будівництва та архітектури і спостереження за осіданням доручили проводити фахівцям Науково-дослідної лабораторії електронним тахеометром DINI-12 по 12 (загалом 8 додаткових) настінним деформаційним маркам. (табл. 2, рис. 2-3)

Крім того, провели спостереження крену стін будинку методом координат електронним тахеометром Sokkia FX 102. Результати спостережень на 07.03.2020 року. (рис.6, табл. 3)

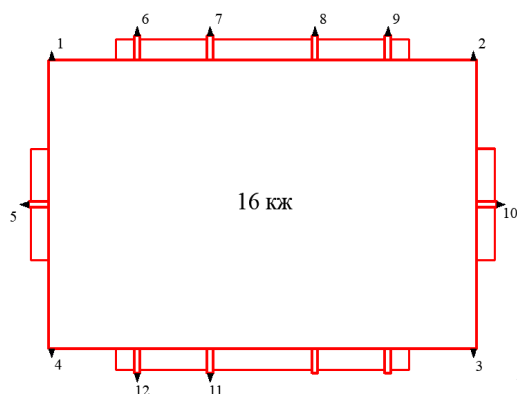


Рисунок 2 - Схема встановлення деформаційних марок 1-4

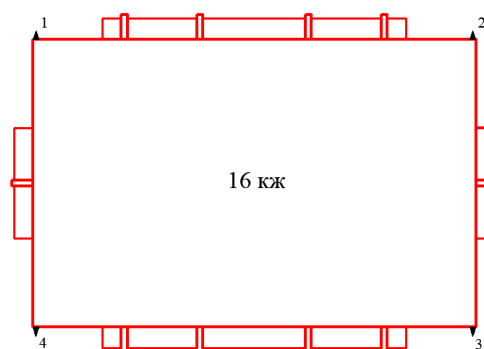


Рис. 3 - Схема встановлення деформаційних марок 1-12

Таблиця 2

Результати геодезичних спостережень за осіданням деформаційних марок 16-ти поверхового житлового будинку за період 2014 – 2019 р.

№ марки	№№ циклів спостережень, дата											
	V цикл 13.10.2014			VI цикл 14.11.2014			VII 30.05.2015			VIII 07.11.2015		
	Позначка, м	Осідання за циклом, мм	Осідання з початку спостережень, мм	Позначка, м	Осідання за циклом, мм	Осідання з початку спостережень, мм	Позначка, м	Осідання за циклом, мм	Осідання з початку спостережень, мм	Позначка, м	Осідання за циклом, мм	Осідання з початку спостережень, мм
Дм1	1.471	-22	-777	1.472	0	-777	1.469	-3	-780	1.468	-1	-781
Дм2	1.359	-25	-863	1.359	0	-863	1.357	-2	-865	1.356	-1	-866
Дм3	1.494	-22	-773	1.494	0	-773	1.491	-3	-776	1.489	-2	-778
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Дм4	1.572	-16	-714	1.572	0	-714	1.569	-3	-717	1.569	0	-717
Дм5	1.602			1.602	0	-	1.599	-3	-3	1.599	0	-3
Дм6	1.204			1.204	0	-	1.202	-2	-2	1.201	-1	-3
Дм7	1.682			1.682	0	-	1.680	-2	-2	1.679	-1	-3
Дм8	1.177			1.177	0	-	1.175	-2	-2	1.174	-1	-3
Дм9	0.890			0.890	0	-	0.887	-3	-3	0.886	-1	-4
Дм10	1.349			1.349	0	-	1.346	-3	-3	1.345	-1	-4
Дм11	1.668			1.668	0	-	1.666	-2	-2	1.665	-1	-3
Дм12	1.648			1.648	0	-	1.646	-2	-2	1.645	-1	-3
Дм1	1.468	0	-781	1.466	-2	-783	1.466	0	-783	1.464	-2	-785
Дм2	1.355	-1	-867	1.352	-3	-870	1.352	0	-870	1.350	-2	-872
Дм3	1.489	0	-778	1.488	-1	-779	1.488	0	-779	1.487	-1	-780
Дм4	1.569	0	-717	1.566	-3	-720	1.567	1	-719	1.565	-2	-721
Дм5	1.599	0	-3	1.596	-3	-6	1.596	0	-6	1.595	-1	-7
Дм6	1.201	0	-3	1.199	-2	-5	1.198	-1	-6	1.197	-1	-7
Дм7	1.679	0	-3	1.677	-2	-5	1.676	-1	-6	1.675	-1	-7
Дм8	1.174	0	-3	1.171	-3	-6	1.171	0	-6	1.169	-2	-8
Дм9	0.886	0	-4	0.883	-3	-7	0.883	0	-7	0.881	-2	-9
Дм10	1.343	-2	-6	1.343	0	-6	1.342	-1	-7	1.340	-2	-9
Дм11	1.666	+1	-2	1.663	-3	-5	1.663	0	-5	1.662	-1	-6
Дм12	1.646	+1	-2	1.643	-3	-5	1.643	0	-5	1.641	-2	-7

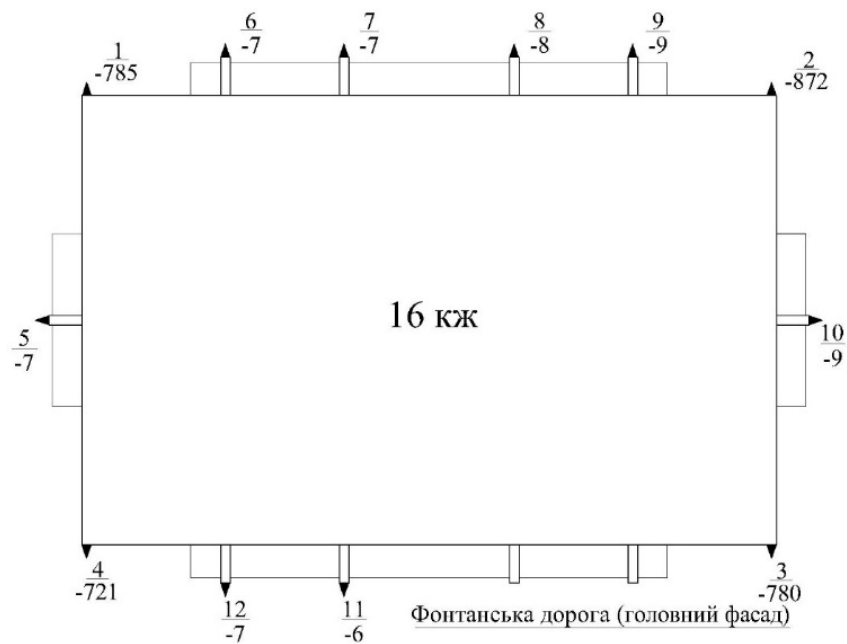
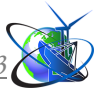


Рисунок 4 - Результати геодезичних спостережень за осіданням деформаційних марок з 1975 по 04.07.2019 рр. (для кутових марок) і з 2014 по 04.07.2019 рр. для інших марок

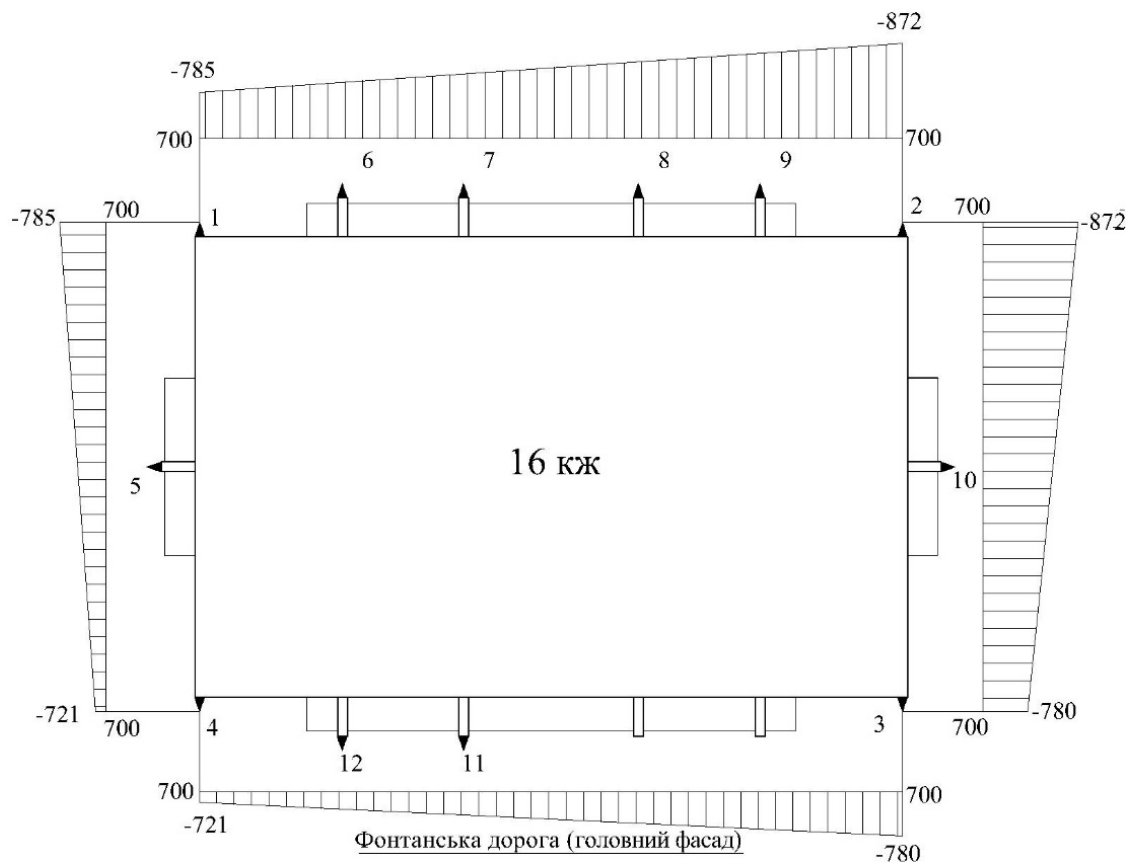


Рисунок 5 - Епюри осідання кутових деформаційних марок з 1975 по 04.07.2019 рр.

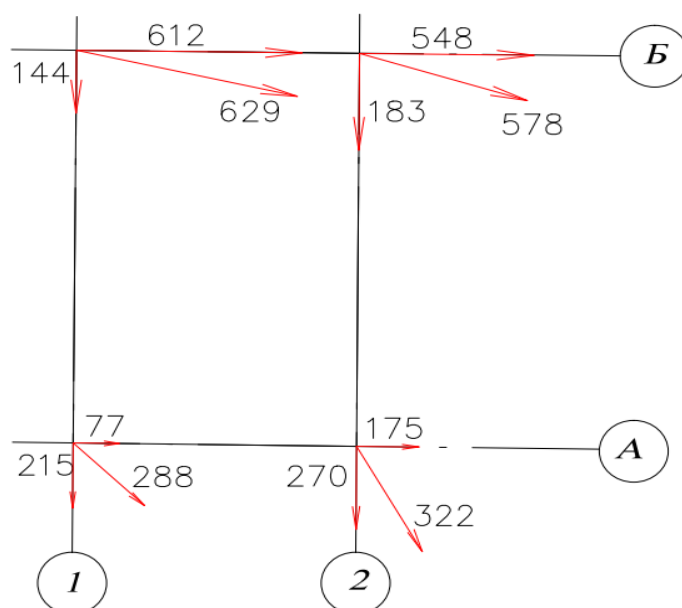


Рисунок 6 - Результати визначення крену (мм) з 2002 по 2020 рр.

Таблиця 3

Результати геодезичних вимірювань визначення крену
в період з 2002 по 2020 роки

Кут будинку	Крен, мм													
	2002 год		2012 год		2013 год		2014 год		2015 год		2018 год		2020 год	
1А	по осі А-А	по осі 1-1	по осі А-А	по осі 1-1	по осі А-А	по осі 1-1	по осі А-А	по осі 1-1	по осі А-А	по осі 1-1	по осі А-А	по осі 1-1	по осі А-А	по осі 1-1
	95	147	147	129	130	142	134	119	138	137	232	104	215	77
	175		195		192		179		194		254		288	
2А	по осі А-А	по осі 2-2	по осі А-А	по осі 2-2	по осі А-А	по осі 2-2	по осі А-А	по осі 2-2	по осі А-А	по осі 2-2	по осі А-А	по осі 2-2	по осі А-А	по осі 2-2
	129	317	172	302	146	266	136	269	140	268	163	265	175	270
	342		347		303		302		302		309		322	
2Б	по осі Б-Б	по осі 2-2	по осі Б-Б	по осі 2-2	по осі Б-Б	по осі 2-2	по осі Б-Б	по осі 2-2	по осі Б-Б	по осі 2-2	по осі Б-Б	по осі 2-2	по осі Б-Б	по осі 2-2
	387	63	537	274	492	245	558	168	561	301	544	107	548	183
	392		603		550		584		637		554		578	
1Б	по осі Б-Б	по осі 1-1	по осі Б-Б	по осі 1-1	по осі Б-Б	по осі 1-1	по осі Б-Б	по осі 1-1	по осі Б-Б	по осі 1-1	по осі Б-Б	по осі 1-1	по осі Б-Б	по осі 1-1
	-	-	-	-	522	138	602	130	602	141	552	120	612	144
	-		-		540		616		618		564		629	



З графіка осідань кутових марок (**рис.7**), видно, що з 1975 року по 1983 рік спостерігалось значне (до 781 мм) і нерівномірне (635...781 мм) осідання кутів будинку. Подібне осідання розвивається в основі завантаженого фундаменту через його замочування, в ході якого знижується структурна міцність ґрунтів основи і ґрунти ущільнюються. Дійсно, якщо у 60...70-х роках минулого століття підземні води на цій території знаходились на глибині 18...22 м (покрівля червоно-бурих глин), то в ході забудови відмічений підйом рівня ґрунтових вод (0.3...0,4 м/рік), в основному, техногенного походження.

В період експлуатації цей рівень може досягти підосви фундаменту (4).

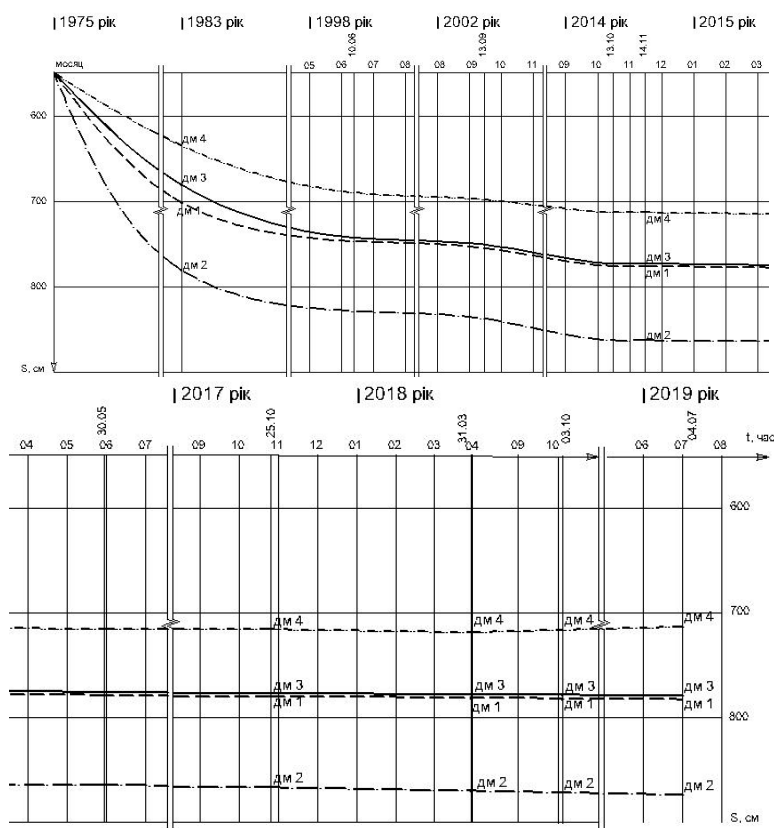


Рисунок 7 - Графік осідання деформаційних марок 1, 2, 3, 4 в часі ($S = f(t)$) за період з 1975 по 04.07.2019 рр.

Аналіз подальших осідань свідчить про поступову стабілізацію і припинення осідання будинку. Останній цикл нівелювання, проведений 03.10.2018 року підтвердив відсутність подальшого осідання, тобто, при відсутності надалі додаткових агресивних впливів, у тому числі замочування ґрунтів основи фундаменту, подальшого осідання 16-ти поверхового житлового будинку не відбуватиметься.

Висновки.

1. Середнє осідання будинку на протязі останніх циклів спостережень, починаючи з 31.03.2018р. по 04.07.2019р. склало 0,25 мм, швидкість 0,042 мм/місяць, що свідчить про його стабілізацію.

2. За результатами геодезичних спостережень середнє осідання кутових деформаційних марок за період 1975-2019 років склало 789,5 мм, що у 5,26 разів перевищує допустиму (150 мм) для даного типу будинків.



3. Максимальна відносна нерівномірність осідань окремих точок фундаменту складає 0,0053, що перевищує допустиму в 2,6 рази.

4. Лінійна величина крену будинку перевищує допустиму в 2,4 рази.

5. Потрібно терміново приймати заходи по вирівнюванню будинку, оскільки будь-який агресивний вплив на ґрунти його основи може викликати руйнівні наслідки.

Література.

1. Захарчук В.В., Нахмуров А.Н., Шишкалова Н.Е., Юрковский Р.Г. «Кирха – история спасения» / Наукометричний журнал «Научный взгляд в будущее!» // Германія Міжнародне періодичне видання «International periodic scientific journal», 2018. – Випуск №5, Том 2. – С. 99-108.

2. Yurkovskiy R.G., Nakhmurov A.N., Shyshkalova N.Y., Zakharchuk V.V., Kolomiets N.P. Passage – of architectural pearl of Odessa. Наукометричний журнал «Научный взгляд в будущее!» // Германія Міжнародне періодичне видання «International periodic scientific journal», 2018. – Випуск №6, Том 1. – С. 84-91.

3. Колосюк А.А., Юрковський Р.Г., Нахмуров О.М., Шишкалова Н.Ю., Захарчук В.В. Геодезичний моніторинг попереджає аварію. Міжвідомчий науково-технічний збірник НДІБВ «Будівельне виробництво» // Україна, 2020. – Випуск №70. – С. 72-76.

4. Тугаєнко Ю.Ф. Развитие деформаций в основаниях фундаментов, способы их ограничения и методы оценки: [Монография] / Одесса: Астропринт, 2003. – 224 с.

5. ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві». – Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. – 49 с.

6. ДСТУ Б В.2.1-30:2014 «ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд». – Київ, Мінрегіон України, 2015. – 29 с.

7. ДБН В.2.1-10-2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд». – Київ, Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.

8. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М., «Недра», 1974. – 160 с.

Abstract. Systematic observations of the building provide a quantitative assessment of spatio-temporal changes in its condition and allow to predict the course of further deformations preventing their negative consequences. A scientific and technical report has been prepared, which includes all the results of observations and instrumental measurements, their analysis, assessment of the condition of the structure, the causes of deformations and recommendations on issues and tasks set during monitoring. Experience of geodetic monitoring performed by the Research Laboratory (NDL) of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (ODABA) at numerous city facilities, such as the Odessa Opera House, Church (Lutheran Church) (1), "Passage" (2), Office and residential complex "Arc Palace" (3), allows you to provide quality recommendations that allow you to take timely measures to ensure further trouble-free operation of these buildings.

Key words: geodetic monitoring, signs of deformation, leveling, subsidence, geodetic observations, roll, observation cycles, invar rails, level, tacheometer.

Стаття відправлена: 05.04.2021 г.

© Шишкалова Н.Ю.



УДК 332:528.7

MONITORING OF AGRICULTURAL LAND WITH THE USE OF UAVS МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА

Titova S.V/ Тітова С.В.

c.g.s., as.prof. / к.г.н, доц.

PhD on geographical sciences, docent

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9250-805X>

Denysiuk N.O. / Денисюк Н.О.

student, 2 year, master/студент, 2 курс, магістр

Department of Geodesy and Cartography Geography Faculty

Taras Shevchenko national university of Kyiv,

ave. Akademika Glushkova, 2a, Kyiv, 03127, Ukraine/

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

просп. Академіка Глушкова, 2а, м. Київ, 03127, Україна

Анотація. У статті розглянуто питання дистанційного моніторингу земель сільськогосподарського призначення, розкрито шляхи використання дистанційного моніторингу, визначено, що застосування безпілотних літальних апаратів дозволяє вирішити цілий ряд проблем, з якими стикається сучасне аграрне виробництво. Встановлено основні програмні засоби для ведення дистанційного моніторингу (Agisoft Metashape, ArcGis).

Ключові слова: земельні ресурси, безпілотні літальні апарати, моніторинг, програмно-технічне забезпечення..

Вступ.

Система моніторингу земель – це комплексна взаємодія спостережень, збору, обробки, передачі, збереження та аналізу інформації про стан земель, передбачення його змін, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель з урахуванням вимог екологічної безпеки. Застосування моніторингу сільськогосподарських земель допомагає вирішувати питання інвентаризації сільськогосподарських угідь, створення та систематичного оновлення карт, виміру якісних та кількісних показників ґрунту, оцінки та прогнозування обсягу врожайності, контроль якості збору врожаю, ведення моніторингу стану посівів тощо.

У зв'язку з тим, що наземні способи оптимізації виробництва на ґрунтах уже вичерпані, постає питання щодо підвищення ефективності використання уже наявних і високоефективних засобів моніторингу земель сільськогосподарського призначення з повітря за допомогою зняття даних з безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

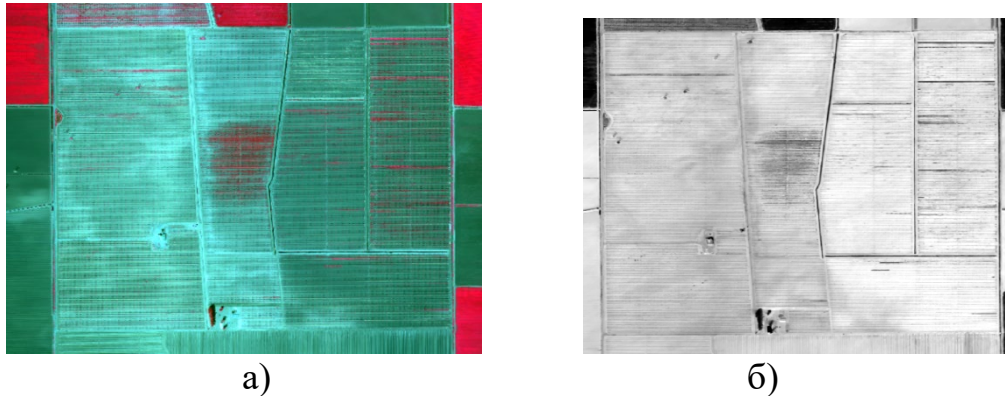
Метою роботи є дослідити шляхи практичного здійснення моніторингу земель сільськогосподарського призначення з використанням БПЛА.

Основний текст.

Рішенням проблеми щоденного обстеження та огляд стану кожної рослини на полі може стати періодичний моніторинг за допомогою БПЛА, складання оперативних карт стану посівів регулювання добрив та зрошення на їх основі.



Для такого моніторингу в основному використовуються зображення не тільки у видимому, але і в інфрачервоному спектральному діапазоні, які робляться з інтервалом часу від одного дня до тижня. Застосування тепловізорів, які сприймають випромінювання в тепловому діапазоні, також дозволяє швидко складати теплові карти ґрунтового покриття. Поєднання цих зображень за допомогою спеціальних алгоритмів дозволяє розрахувати різноманітні індекси рослинності (рис.1).



а) знімок у інфрачервоному спектральному діапазоні; б) тепловий знімок

Рис.1 – Знімок виноградного поля

Для побудови маршруту аерофотозйомки розглянемо можливості програми «Pix4DCapture». Для того, щоб отримати маршрут БПЛА, достатньо ввести площу земельної ділянки та задати значення поперечного та повздовжнього перекриття знімків. Програмний засіб автоматично побудує маршрут польоту, який можна корегувати, змінюючи висоту зальоту.

Для побудови ортофотоплану використовується програмний засіб «Agisoft Metashape Professional». Це передове програмне забезпечення, максимально розкриває можливості фотограмметрії, а також включає в себе технології машинного навчання для аналізу і пост-обробки, що дозволяє отримувати максимально точні результати.

Metashape дозволяє обробляти зображення, отримані за допомогою RGB-або мультиспектральних камер, включаючи мультікамерного системи, перетворювати знімки в щільні хмари точок, текстуровані полігональні моделі, геоприв'язаних ортофотоплани і цифрові моделі рельєфу / місцевості (ЦМР / ЦММ).

Після завантаження фотографій в Metashape, програма автоматично визначає положення і орієнтацію камери для кожного кадру і будує розріджену хмару точок. Для пошуку спільних точок Metashape використовує алгоритм, який спочатку знаходить «особливі» точки на окремих фотографіях, а потім, на основі унікальних ідентифікаторів, точки ототожнюються. Якщо точка визначена на двох і більше кадрах вона стає відповідністю. Після цього починається вирівнювання кадрів – фототріангуляція.

На другому етапі Metashape будує щільну хмару точок, використовуючи розраховані положення камер. Щільну хмару точок можна відсікти/виключити і класифікувати.



Щільна хмара точок будується на основі карт глибини. Суть алгоритму полягає в тому, що для кожного пікселя лівого знімка стереопари знаходиться відповідний піксель на правому знімку. Кожен піксель лівого знімка порівнюється з поднабором («рядком») пікселів правого знімка з відповідною ординатою.

Крім того, аналізуються зв'язки між сусідніми пікселями по восьми напрямках навколо даного пікселя. В результаті, для кожного пікселя лівого знімка знаходиться відповідне значення позовжнього паралаксу і, як наслідок, просторові координати точок щільної моделі (в результаті рішення прямих засічок).

На основі прив'язаних знімків виконується аналіз даних та обчислення різноманітних вегетаційних індексів.

Веgetаційний індекс – показник, що розраховується в результаті операцій з різними спектральними діапазонами даних дистанційного моніторингу, і має відношення до параметрів рослинності в даному пікселі знімка. Ефективність вегетаційних індексів визначається особливостями відображення. Розрахунок більшості вегетаційних індексів базується на двох найбільш стабільних ділянках кривої спектральної відбивної здатності рослин.

NDVI (англ. Normalized Difference Vegetation Index) - нормалізований відносний вегетаційний індекс [1], часто використовується в усьому світі для моніторингу посухи, прогнозування сільськогосподарського виробництва, надання допомоги в прогнозуванні зон пожеж і наступальних карт пустелі. NDVI переважніше використовується для глобального моніторингу рослинності, оскільки він допомагає компенсувати зміни умов освітлення, ухилу поверхні, експозиції і інших зовнішніх факторів.

Показники індексу формуються через аерознімки зеленої маси, яка поглинає електромагнітні хвилі у видимому червоному діапазоні та відображає їх у ближньому інфрачервоному. На червону зону спектра (0,62 – 0,75 мкм) припадає максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом, а на ближню інфрачервону зону (0,75 – 1,3 мкм) максимальне відбиття енергії клітинною структурою листа. Тобто висока фотосинтетична активність веде до більш низьких значень коефіцієнтів відбиття в червоній зоні спектра і великим значенням в ближній інфрачервоній [2]. Співвідношення цих показників один до одного дозволяє чітко відокремлювати рослинність від інших природних об'єктів. Індекс помірно чутливий до змін ґрунтового і атмосферного фону, крім випадків з бідною рослинністю, і може перенасичуватися в умовах густої рослинності, коли рівень індексу листової поверхні (LAI) стає високим.

Розрахунок індексу NDVI здійснюється за формулою [3]:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Відображення світла в різних діапазонах хвиль показано на рис. 2.

Спостерігаючи за зміною значень NDVI з плином часу, можна бачити, як модель сівозміни вплинула на стан поля:

– безпліддя ґрунту;



- зараження шкідниками;
- ерозія (посадка однієї і тієї ж культури робить ґрунт більш схильним до ерозії).

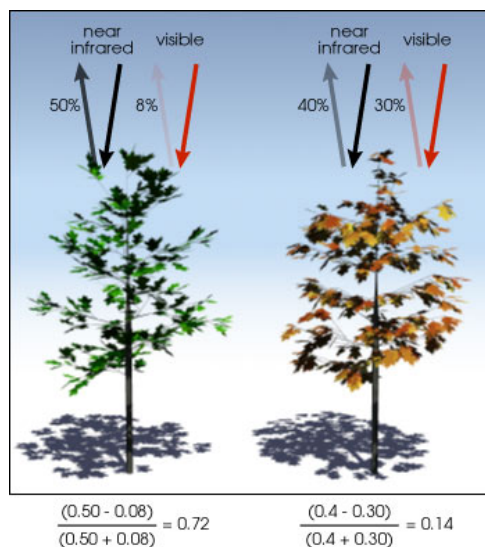


Рис. 2 – Приклад відображення світла в різних діапазонах хвиль

Отже, в результаті моніторингу сільськогосподарських земель за індексом NDVI користувач має можливість розробити план сівозміни для поля, відстежувати історію поля, щоб прогнозувати врожайність, контролювати стан поля після сівозміни.

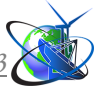
EVI (англ. Enhanced Vegetation Index) – вдосконалений вегетаційний індекс. Розроблено як поліпшення NDVI шляхом оптимізації сигналу рослинності в областях з високим індексом листкової поверхні (LAI) [4]. Індекс використовує синю область відображення для корекції фонових сигналів ґрунту і зменшення атмосферних впливів. Найбільш корисний в регіонах з високим рівнем LAI, де NDVI може перенасичуватися. Значення EVI для вегетаційних пікселів повинні знаходитися в діапазоні від 0 до 1. Використовується для оцінки мінливості розвитку культур як в умовах густого рослинного покриву, так і в умовах розрідженої рослинності.

$$EVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + 6 * Red - 7.5 * Blue + 1)}$$

GNDVI (англ. Green Normalized Difference Vegetation Index) – зелений нормалізований відносний вегетаційний індекс. Схожий на NDVI за винятком того, що він замість червоного спектра вимірює зелений в діапазоні від 0,54 до 0,57 мкм. Це показник фотосинтетичної активності рослинного покриву, найбільш часто використовуваний при оцінці вмісту вологи та концентрації азоту в листках рослин. Застосовується при оцінці ослабленої і старіючої рослинності.

$$GNDVI = \frac{(NIR - Green)}{(NIR + Green)}$$

CVI (англ. Chlorophyll Vegetation Index) - вегетаційний індекс хлорофілу.



Має підвищену чутливість до вмісту хлорофілу в листяному покриві. Використовується з початку і до середини циклу зростання культур для широкого діапазону ґрунтів і умов посіву шляхом аналізу великого набору даних, отриманих з використанням моделі відображення листкової поверхні.

$$CVI = \frac{NIR}{Green} * \frac{Red}{Green}$$

Індекс хлорофілу, більш чутливий до відмінностей в поживних речовинах, ніж зображення NDVI, дає інформацію для ранніх прогнозів урожайності культур і управління родючістю.

Зображення індексу хлорофілу може виявляти усунні порушення, не видимі для польових розвідників (неоднорідно засаджене поле), виявляти дефіцит поживних речовин, наприклад, внаслідок лужного ґрунту або несправності зрошувального обладнання; у садах індекс хлорофілу дозволяє відслідковувати проблемні ділянки на рівні окремих рослин. Визначення проблемних ділянок на знімках може керувати цільовою стратегією відбору проб тканин.

Вегетаційний індекс True Color - справжній колір. Візуальна інтерпретація земного покриву. Метод представлення і збереження зображення, що дозволяє відобразити велику кількість кольорів, півтонів і відтінків, зображення включають ближнє інфрачервоне (NIR), зелене та червоне відбиття, що призводить до більш чіткого відображення рослинності та ґрунту, ніж кольорові зображення RGB. Зображення CIR використовують для моніторингу появи сходів, щільності рослинного покриву та складу ґрунту або вмісту води в ранньому сезоні.

Вегетаційний індекс водного дефіциту (англ. Water Stress Index) – поєднує в собі мультиспектральні зображення, включаючи тепловий шар. Використовується для визначення загальних проблем як у крапельній, так і в круговій зрошувальній системі, включаючи течі, засмічення та проблеми з тиском; оптимізація проектування та планування зрошувальної системи під рельєф місцевості та ґрунтові умови; покращення рівномірності розподілу зрошувальних систем. Це точний та інтуїтивно зрозумілий показник дефіциту врожаю в режимі реального часу, що є ключовим для виявлення проблем зрошення до того, як вони вплинуть на врожайність.

Термальні знімки – на відміну від аналогічних зображень, отриманих на основі супутникових даних, зображення, отримані з тепловізійних камер, виявляють найдрібніші відмінності в температурі на рівні рослин, використовуються для виявлення та контролю проблем з шкідниками та хворобами ще до візуального прояву; визначення загальних проблем як у крапельній, так і в круговій зрошувальній системі, включаючи течі, засмічення та проблеми з тиском; оцінки родючості та засоленості ґрунту; оптимізації планування зрошення та проектування зрошувальних систем під рельєф та ґрунтові умови.

Знімки, які наведені на рис. 3 отримані при проведенні дистанційного моніторингу, дозволяють відслідковувати стан поля.

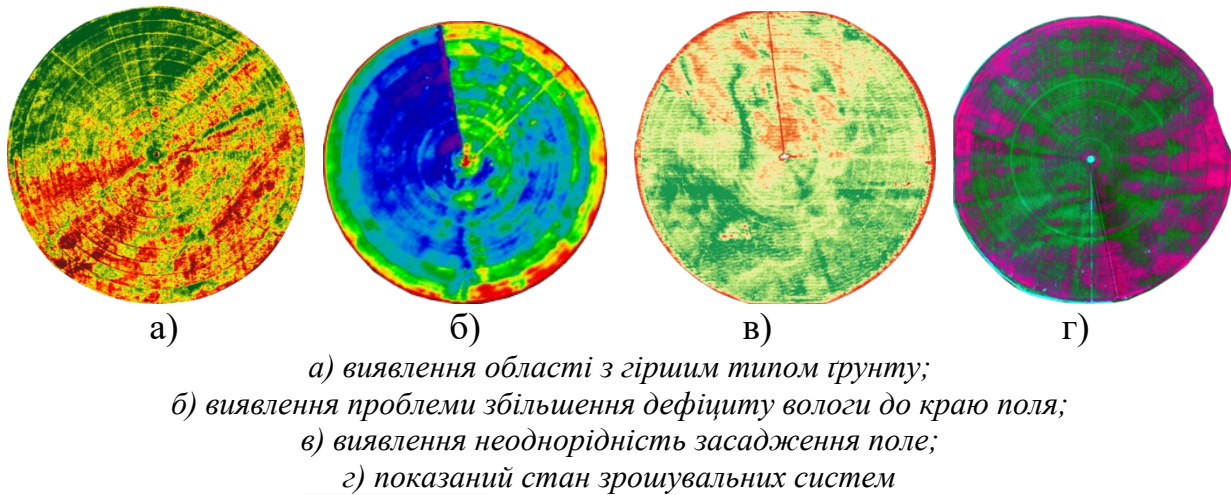
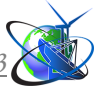


Рис. 3 – Приклади індексного зображення стану поля

Заключення та висновки.

Завдяки дистанційному моніторингу можливо визначити проблеми з врожаєм за 2 – 3 тижні до того, як вони з'являться візуально.

Використання результатів моніторингу земель сільськогосподарського призначення дозволяють:

- оптимізувати виробничі витрати, підвищити якість планування виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств та запобігти втрат урожаю внаслідок неякісних технологічних операцій, отримати надійні прогнози врожаю поточного року;
- запобігти ризиків у страхуванні сільськогосподарських підприємств;
- одержати контроль за дотриманням земельного та природоохоронного законодавства та своєчасне попередження порушень та застосування штрафних санкцій.

Література:

1. Rouse J. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS / J. A. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering // Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309-317.

2. Использование дистанционного зондирования земли для задач изучения, сохранения и восстановления природы [Електронний ресурс] / ДЗЗ для экологических задач. Режим доступа: http://wiki.gislab.ru/w/ДЗЗ_для_экологических_задач.

3. Черепанов С.А. Вегетационные индексы / С.А. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика. –2011.– № 2. – С. 98 – 102.

4. Plant Health [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://support.dronedeploy.com/docs/plant-health>

References:

1. Rouse J. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS / J. A. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering // Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309-317.

2. The use of Remote Sensing for the purposes of study, preservation and recovery of Nature [Electronic resource]. Remote sensing for environmental problems. Mode of access:



http://wiki.gislab.ru/w/Д33_для_экологических_задач.

3. Cherepanov A. S. The vegetation indexes / A.S. Cherepanov, E.G. Druzhinina // Geomatika [Geomatics]. – 2011. – № 2. – Pp. 98-102. (In Russian)

4. Plant Health [Electronic resource]. – Mode of access:
<https://support.dronedeploy.com/docs/plant-health>

Abstract. *The statistic has shown the nutrition of remote monitoring of lands of the Silk-state recognition, the establishment of the remote monitoring of the remote monitoring, it is intended, that the storage of secure literal devices will allow the creation of a number of problems, there are a number of problems. Installed basic software for remote monitoring (Agisoft Metashape, ArcGis).*

Keywords: *land resources, unmanned aerial vehicles, monitoring, software and hardware.*



УДК 332.64

NORMATIVE MONETARY VALUATION OF LAND OF SETTLEMENTS**НОРМАТИВНА ГРОШОВА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ****Titova S./ Тітова С.В.***c.g.s., as.prof. / к.г.н, доц.**PhD on geographical sciences, docent**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9250-805X>***Burduk Y. / Бурдук Я.А.***student, 2 year, master/студент, 2 курс, магістр**Department of Geodesy and Cartography Geographical Faculty**Taras Shevchenko national university of Kyiv,**ave. Akademika Glushkova, 2a, Kyiv, 03127, Ukraine/**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**просп. Академіка Глушкова, 2а, м. Київ, 03127, Україна*

Анотація. В роботі розглянуто питання теоретичних основ грошової оцінки земель, визначення нормативно-грошової оцінки земель населених пунктів, за Методикою 1995 та 2017 років та проведено їх порівняльний аналіз. На основі проведеного дослідження було визначено, що нововведення внесли багато позитивних змін до підходу проведення оцінки. Методика 2017 року значно полегшує та спрощує процедуру і розрахунок нормативної грошової оцінки земель та має на основі розрахунок величини рентного доходу за природно-сільськогосподарським районом кожної області, тобто при розрахунках враховується рентний дохід від вирощування зернових культур за останні роки в Україні. В дослідженні зазначено, що основні зміни до проведення оцінки стосуються також застосування коефіцієнта функціонального використання земельної ділянки (Кф) та коефіцієнту місцезонашування земельної ділянки.

Ключові слова: нормативна грошова оцінка; населений пункт; витрати на освоєння та облаштування території; коефіцієнт функціонального використання.

Вступ. Земля відіграє неocenенну роль у житті людства. Для нашої країни земля виступає основним національним багатством і перебуває під особливою охороною держави. Актуальна та достовірна оцінка земельних ресурсів – незмінна проблема у земельних відносинах. Україна є аграрною державою і має великий потенціал в галузі сільськогосподарського виробництва.

Нормативна грошова оцінка земель на сьогоднішній день є підґрунтям ефективного використання земельних ресурсів. Правильність визначення вартості землі є переломним компонентом ефективності податкової системи. Достовірна оцінка землі сприяє прийняттю більш точних та правильних рішень органами державної влади у сфері землекористування. Грошова оцінка населених пунктів дає можливість розширити економічні умови є поштовхом для раціонального використання, здійснює вплив на регулювання земельних відносин. Стан здійснення даної оцінки, згідно з результатами минулих років, показав що нормативно-правова база проведення оцінки не цілком досконала.

Основний текст. Нормативна грошова оцінка земельних ділянок використовується для визначення розміру земельного податку, втрат сільськогосподарського і лісгосподарського виробництва, економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель тощо.

Актуальним питанням є реформування методики проведення нормативної



грошової оцінки земель, з метою її поліпшення та удосконалення, пристосування її до ринкових умов. Зміна методичних підходів є незмінною складовою захисту прав землевласників та землекористувачів, інтересів держави її органів, суб'єктів підприємницької діяльності, з питань оцінки земель.

16 листопада 2016 року Кабінет Міністрів України шляхом прийняття постанови № 831 "Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення" запровадив новий методичний підхід до проведення нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення [2].

Процес НГО також не залишився без реформування, оскільки наказом Мінагрополітики від 25.11.2016 №489 затверджено новий Порядок нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. Зазначений Порядок набув чинності з 1 січня 2017 року та визначає процедуру проведення нормативної грошової оцінки всіх категорій земель і земельних ділянок населених пунктів [5].

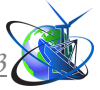
Новий підхід до нормативної грошової оцінки (далі – НГО) земель сільськогосподарського призначення почали розробляти ще у 2012 році. Мета – актуалізувати й оновити оціночні показники, оскільки останній раз нормативно-грошова оцінка земель в Україні проводилася у 1995 році та значною мірою базувалася на ще радянських показниках економічної оцінки земель 1958 року. Прийняття відповідної постанови суттєво спрощує процедуру проведення цієї грошової оцінки [2].

Головними показниками при визначенні НГО земель населених пунктів є знаходження значень місцезорештування земельної ділянки та стан її інфраструктурного розвитку. Згідно з Методикою 1995 року, нормативна грошова оцінка окремої земельної ділянки визначалася на основі шкал грошової оцінки агропромислових груп ґрунтів, при чому для розрахунку використовувалися дані балу бонітету, грошової оцінки 1 га угідь у певному сільськогосподарському підприємстві [1].

Фундаментальним значенням, під час визначення оцінки земель, є значення базової вартості 1м² земель у середньому по селу. Розрахувавши даний показник, можна визначити перспективи та переваги даного населеного пункту, також дане значення використовується для поділу земель села за споживчою привабливістю в межах відповідного населеного пункту. Коефіцієнти розраховуються після встановлення результатів пофакторних оцінок кожної групи, де враховується питома вага рентоутворювальних факторів у формуванні загального рентного доходу в межах населеного пункту та його економіко-планувальних зон.

Під час економіко-планувального зонування території визначають розмір населеного пункту та стан соціально-економічного розвитку. Фінальною частиною встановлення економіко-планувальних зон є розрахунок зонального коефіцієнту [3].

Коефіцієнт, який характеризує функціональне використання земельної ділянки (Кф), відіграє значну роль при розрахунках, адже даний показник зазначає прибутковість діяльності, що відбувається в межах даної ділянки.



До 2017 року застосування даного коефіцієнту залежало від виду економічної діяльності, яку проводять на ділянці. Виникали ускладнення у тих випадках коли зустрічалися землі змішаного призначення, наприклад, землі комерційного та виробничого використання, до яких застосовувалися різні коефіцієнти, та наприклад землі виробничого і транспортного призначення, і до них застосовували відповідні формули. Нововведення сприяли встановленню точного переліку значень коефіцієнтів Кф, що застосовуються виключно за кодом цільового призначення землі з переліку, затвердженого Держгеокадастром України, даний перелік не що інше як Класифікація видів цільового призначення земель [1].

Прийнята урядом Методика 2017 року ґрунтується на тому, що до уваги беруться масові показники щодо урожайності сільськогосподарських культур у розрізі областей. Новий підхід має на основі розрахунків величини рентного доходу за природно-сільськогосподарським районом кожної області. Тобто при розрахунках враховується рентний дохід від вирощування зернових культур за останні роки в Україні. Можна зробити висновок, що ця Методика передбачає абсолютно новий підхід до оцінювання земельних ділянок та значно полегшує та спрощує процедуру проведення нормативної грошової оцінки [2].

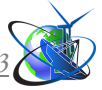
Згідно з новою Методикою, велика увага приділяється урожайності сільськогосподарських культур у розрізі областей. Новий підхід має на основі розрахунків величини рентного доходу за природно-сільськогосподарським районом кожної області. Тобто при розрахунках враховується рентний дохід від вирощування зернових культур за останні роки в Україні.

Зміни сприяють оновленню Державного земельного кадастру інформацією щодо земельних ділянок, а також спонукають землевласників до свідомого та законного використання земель. У разі відсутності у ДЗК інформації щодо земельної ділянки або коду цільового призначення, розрахунок грошової оцінки для даної земельної ділянки проводиться зі значенням коефіцієнта функціонального використання – 3,0. і власник земельної ділянки змушений буде сплачувати більший земельний податок, що у свою чергу йому матеріально не вигідно.

Від 16 листопада 2016 року у Методиці НГО земель сільськогосподарського призначення наявні дві формули які чітко визначають розрахунок. Для того щоб визначити нормативну грошову оцінку земельної ділянки необхідно визначити нормативно-грошову оцінку агропромислової групи ґрунтів відповідного сільськогосподарського угіддя природно-сільськогосподарського району. Тобто при розрахунку оцінки конкретної земельної ділянки, необхідний показник бонітування ґрунтів [5].

Бонітет ґрунту — показник якості ґрунту і його продуктивності, який є інтегральною величиною різних властивостей та ознак, вимірюваних різними мірами (мг, мг-екв, т, мм, % тощо), тоді як сам є безрозмірним. Бал бонітету є дуже важливим показником, адже урожайність культур залежить не тільки від ступеня родючості ґрунту, а й від природних умов, таких як кліматичні, екологічні, технологічні умови вирощування культур.

В.Б. Балакірський у своїй роботі «Ґрунтово-картографічне забезпечення



землевпорядних та землеоціночних робіт» зауважив, що «Сьогодні виникає велика необхідність проведення ґрунтових обстежень, так як інформація щодо земель потрібна при використанні усіх категорій земель. Детальна оцінка була проведена ще у 1957-1961 роках, а бонітування ґрунтів - у 1993 році, об'єктами якого виступали одиниці ґрунтового покриття, що виділялися на картах ґрунтів і об'єднувалися у агровиробничі групи ґрунтів [4].

На даний момент немає достовірних даних щодо стану ґрунтового покриття і рівня його родючості як основного інструменту для об'єктивної оцінки якості та вартості земельних ділянок. Тому для отримання достовірних даних щодо грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення, необхідно на державному рівні визначити значимість проведення бонітування ґрунтів та ґрунтових обстежень загалом.

Висновки. Нова методика значно полегшує та спрощує процедуру і розрахунок нормативної грошової оцінки земель, але слід відмітити те що, спірним питанням виступає використання даних щодо бонітування ґрунтів, так як вони є застаріли і можна з впевненістю сказати не відповідають дійсним показникам стану ґрунту.

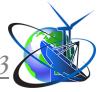
Основні переваги в проведенні нормативної грошової оцінки за методикою 2017 року:

- 1) прописана чітка формула розрахунку незалежно від наявності розробленої нормативної оцінки на конкретну ділянку;
- 2) включення у формулу розрахунку НГО балу бонітету ґрунтів. Таким чином, земля з вищим балом бонітету отримає вищу нормативно-грошову оцінку.
- 3) умовний розподіл території України на природно-сільськогосподарські райони, в кожному з яких вже встановлені нормативи капіталізованого рентного доходу.
- 4) використання даних рентного доходу на 1 гектар ріллі за 2010-2014 рік.

Визначено, що з недоліків даної Методики є те, що у багатьох населених пунктах більш доцільно оновлювати грошову оцінку не через (5-7 років), а у разі необхідності, яку встановлюватиме орган місцевого самоврядування, враховуючи відповідність виконаної грошової оцінки реальним економічним і соціальним умовам.

Також на даний момент немає достовірних даних щодо стану ґрунтового покриття і рівня його родючості як найважливішого інструменту для об'єктивної оцінки якості та вартості земельних ділянок. Тому для отримання достовірних даних щодо грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення, необхідно на державному рівні визначити значимість проведення бонітування ґрунтів та ґрунтових обстежень загалом.

Враховавши усі переваги та недоліки Методики 2017 року, було отримано головний висновок дослідження, сутність якого полягає в наступному: сучасна Методика (2017 р.) передбачає абсолютно новий підхід до оцінювання земельних ділянок та значно полегшує та спрощує процедуру проведення нормативної грошової оцінки.

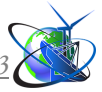


Література:

1. Про Методику нормативної грошової оцінки земель населених пунктів: Постанова КМУ від 23.04.1995р. №213 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213-95-%D0%BF>.
2. Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення: Постанова КМУ від 16.11.2016р. №831, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/831-2016-%D0%BF#n30>.
3. Про затвердження Порядку нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення: Наказ Мінагрополітики від 23.05.2017 №262. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0679-17>.
4. Балакірський В. Б. Вплив точності ґрунтових обстежень на результати нормативної грошової оцінки земель / В. Б. Балакірський, І. М. Козлова // Вісник ХНАУ. Сер. «Екон. науки». –Х.: ХНАУ, 2010. –№ 6. –С. 124–130
5. Останні зміни в процедурі та визначенні нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uz.ligazakon.ua/ua/magazine_article/EA011569

Abstract. *The paper considers the issues of theoretical bases of monetary valuation of lands, determination of normative-monetary valuation of lands of settlements, according to the Methodology of 1995 and 2017 and their comparative analysis. Based on the study, it was determined that the innovations have made many positive changes to the approach to evaluation. The 2017 methodology significantly simplifies and simplifies the procedure and calculation of regulatory monetary valuation of land and is based on the calculation of the amount of rental income for the natural agricultural area of each region, the calculations take into account rental income from growing crops in recent years in Ukraine. The study noted that the main changes to the assessment also relate to the application of the coefficient of functional use of land (Kf) and the coefficient of location of the land.*

Key words: *normative monetary valuation; settlement; costs for development and arrangement of the territory; functional utilization factor.*



УДК 004.925.8;72.012

MODERN BIM-TECHNOLOGY AT THE SOLUTION OF PROBLEMS OF URBAN**СУЧАСНІ BIM-ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ ЕКОУРБАНІСТИКИ****Tatarchenko Halyna / Татарченко Галина***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-4685-0337

Chernih Oleg / Черних Олег*Ph.D., associate professor / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-0792-5535.

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,**Tsentralniy av. 59-A, Severodonetsk, Ukraine, 93404**Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,**проспект Центральний, 59А, м. Северодонецьк, 93400*

Анотація. Сучасні BIM-технології дозволяють вирішувати нагальні завдання урбаністики від світових брендів до процесу архітектурно-будівельного і аеродинамічного моделювання, аналізу взаємодії очисних споруд і навколишнього середовища.

В роботі представлені схема очисної споруди та її концептуально-архітектурна модель, яка побудована на принципах архітектурно-містобудівного проектування з використанням BIM-технологій. Проведена перевірка несучої здатності будівельної конструкції «Аеро-вежа» за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР і визнано, що споруда відповідає сучасним міжнародним вимогам до розрахунків на дію навантажень від власної ваги, снігу і вітру. Аналіз результатів чисельного моделювання вітрового потоку навколо очисної споруди «Аеро-вежа» дозволяє визначити безпечні для жителів зони.

Ключові слова: атмосферне повітря, очисні споруди, урбаністика, BIM-технології.

Вступ.

Процеси активної урбанізації призводять до того, що території великих міст перетворюються в умовні центри антропогенного порушення природи. У той же час особливо важливим завданням охорони навколишнього середовища є проблема забезпечення чистоти атмосфери.

Зони забруднення атмосферного повітря такими речовинами, як оксид вуглецю і діоксид азоту, що формуються викидами автотранспортних потоків, можуть характеризуватися високими концентраціями, які часто перевищують значення гранично допустимих концентрацій, і охоплювати досить великі урбанізовані території. Найбільші значення максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі формуються поблизу автомобільних доріг і їх перетинів, за якими з різною інтенсивністю, щільністю і швидкістю рухаються автотранспортні потоки. Тому особливої актуальності на сучасному етапі розвитку міських територій набуває розробка дієвих аналітичних інструментів і методик відстеження стану міської системи чистого повітря.

Аналіз сучасних досягнень та публікацій.

Оскільки проблема з очищенням повітря міст набуває все більшої уваги вчених і громадськості почали з'являтися нові пропозиції, рішення та технології. І прикладом є перш за все: "Вежа Чистого Повітря" (Smog Free



Tower) [1], яка призначена для того, щоб дозволити людям дихати чистим повітрям в місті. Являє собою споруду розміром $8 \times 3,5$ м, яка притягує брудне повітря й очищає його, перш ніж "викинути" назад у навколишнє середовище. "Вежа Чистого Повітря" є гігантським повітряним іонізатором. У вежі використовується невеликий струм для відправки позитивно заряджених іонів у навколишнє повітря. Іони приєднуються до дрібних частинок пилу, які потім засмоктуються назад у вежу за допомогою внутрішньо негативно зарядженої поверхні, й залишаються там. Рузегард каже, що вежа може очистити 30000 куб. м повітря на годину й споживає для цього порівняно низьку кількість енергії. Вежа споживає 1700 W для роботи, які бере за допомогою енергії, отриманої від вітру. Процес іонізації повинен генерувати локалізований повітряний міхур, який буде на 75% чистіше, ніж у інших частинах міста, у місцях де таких веж немає вона може очистити 30000 куб. м повітря на годину.

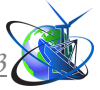
Розроблена установка з очищення повітря від вуглекислого газу автором [2], якої є швейцарська компанія Climeworks. Її фільтри за рік встигли поглинути близько 900 тон вуглекислого газу. Група Швейцарських вчених встановили на даху центру переробки комплекс з 18 вентиляторів розміром із пральну машину. Принцип роботи пристрою дуже простий: вентилятори захоплюють повітря, а хімічні фільтри поглинають вуглекислий газ. Фільтри повністю насичуються вуглекислим газом всього за кілька годин, після чого їх нагрівають до 100 градусів Цельсія, щоб використовувати зібрану енергію в теплицях, розташованих при заводі з переробки. Таким чином, Швейцарії вдалося не просто очистити повітря від вуглекислого газу, але й використовувати його енергію.

Мета роботи - вирішення проблем екоурбаністики шляхом побудови споруд очищення повітря та урахуванням екологічних архітектурно-містобудівних принципів проектування за допомогою сучасних BIM-технологій.

Основні результати досліджень.

Для очищення повітря у містах та великих населених пунктах від забруднень у вигляді оксидів азоту та полутанів автори [3] пропонується засіб очищення повітря з використанням сучасних технологій. Спосіб призначений для очищення повітря від забруднень у містах та великих населених пунктах. Він полягає в тому, що забруднене повітря засмоктують з поверхні поблизу дорожнього полотна, очищують від оксидів азоту та вуглеводнів і повертають у навколишнє середовище. Забруднене повітря засмоктують у спеціальний скруббер обладнаний фільтруючими і вентиляційними пристроями, через зовнішні люки. Очищене повітря відводять через відкриті виходи вертикально вгору.

Основою запропонованої очисної споруди є мокрий пиловловлювач (скруббер), який характеризується високою ефективністю очищення від дрібнодисперсного пилу розміром до 2 мкм і працює за принципом осадження частинок пилу на поверхню крапель під дією сил інерції або броунівського руху. Він являє собою вертикальну циліндричну колону, в нижній частині яких вводиться запилений газ, а зверху через форсунки подають розпорошену рідину



(рис. 1).

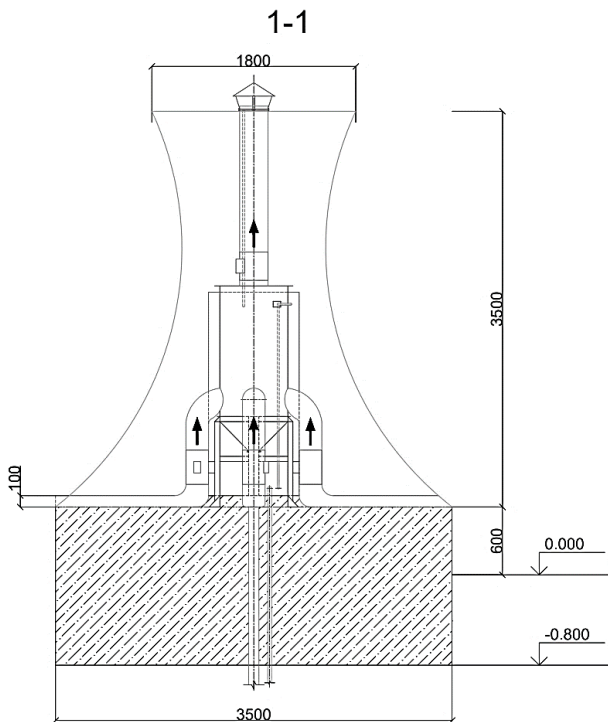


Рис. 1. Схема очисної споруди «Аеро-вежа»

Очищений газ відводиться з верхньої частини апарату, а вода з вловленим пилом у вигляді шламів збирається внизу скрубера. Ступінь очищення від пилу з розміром частинок більше 5 мкм може складати більше 90%.

Цей спосіб забезпечує отримання певного ефекту з очищення повітря на міських магістралях, забруднених вихлопними газами транспортних засобів і не вимагає великих матеріальних витрат у його реалізації. Наприклад, для м. Києва актуальним місцем розташування очисної споруди «Аеро-вежа» може бути перехрестя Володимирської вулиці та бульвару Тараса Шевченка [4].

При проектуванні інженерних споруд необхідно враховувати навколишнє архітектурне середовище, а тим паче, це стосується історичних місць [5]. Поєднання можливостей сучасних версій програм САПФІР-3D [6] та ЛІРА-САПР [7] дозволяє провести ідею архітектора через: 1) створення у САПФІР-3D адекватної аналітичної моделі споруди, 2) виконання детальних аналізів напружено деформованого стану та перевірки несучої здатності будівельних конструкцій у програмному комплексі ЛІРА-САПР; 3) виготовлення проектною документації з дотриманням вимог нормативних документів у програмі САПФІР-3D (рис. 2 - 5).

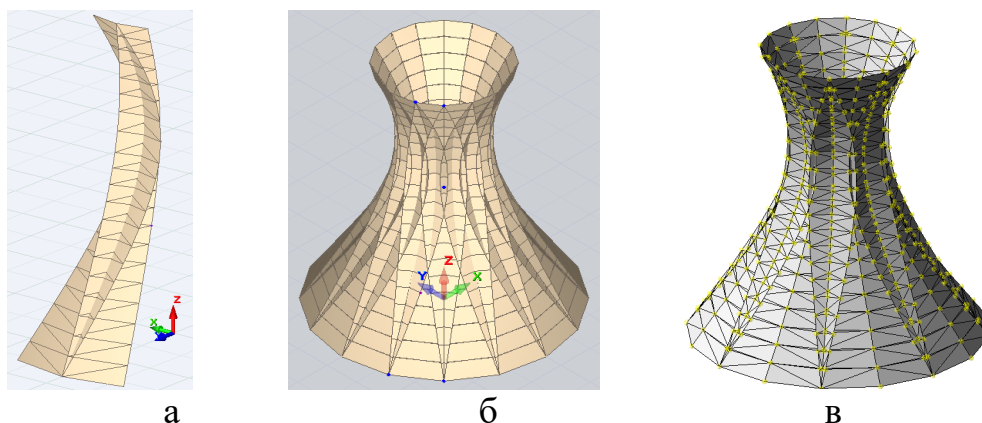


Рис. 2. Етапи створення скінчено-елементної моделі очисної споруди «Аеро-вежа»: а) базовий фрагмент аналітичної моделі; б) аналітична модель (програма САПФІР-3D); в) розрахункова модель (ПК ЛІРА-САПР).

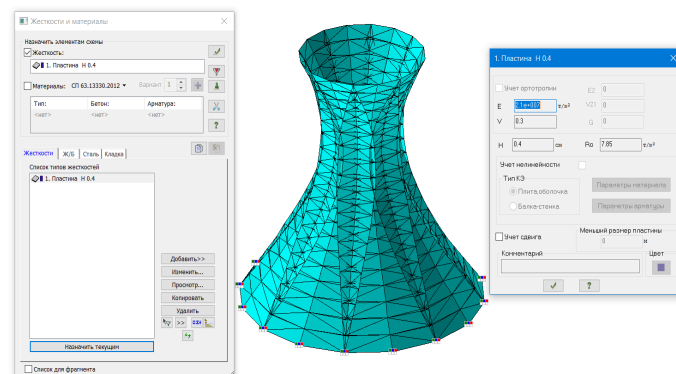


Рис. 3. Параметры жорсткості матеріалу для конструкції (ПК ЛІРА-САПР).

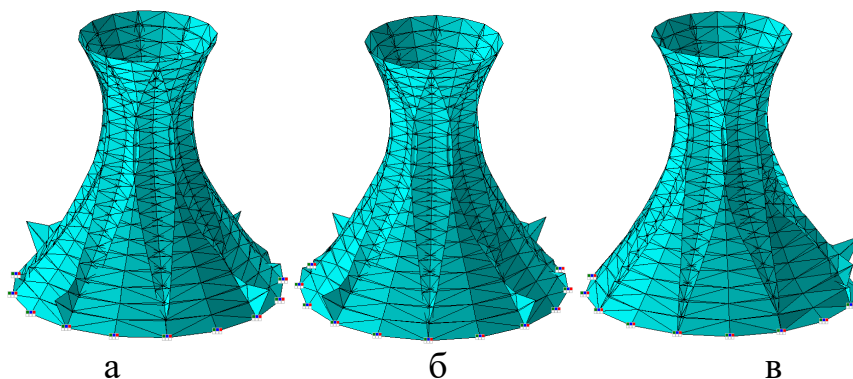


Рис. 4. Форми втрати стійкості в залежності від навантаження:

а) власна вага, коефіцієнт запасу стійкості – 85,1428; б) власна вага та снігове навантаження, коефіцієнт запасу стійкості – 19,7982; в) власна вага та вітрове навантаження, коефіцієнт запасу стійкості – 36,1024.

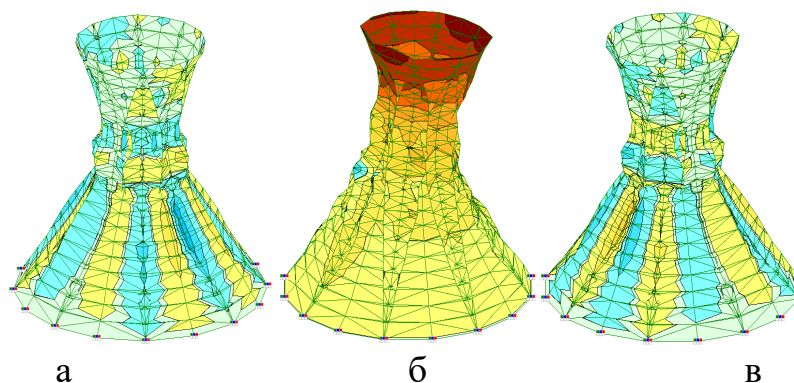


Рис. 5. Ізополя переміщень по осі X:

а) навантаження – власна вага ($-0,018 \div 0,018$) мм; б) навантаження – вітер зліва ($-0,0119 \div 0,0415$) мм; в) навантаження – снігове ($-0,0594 \div 0,0594$) мм.

Згідно отриманих даних можна визначити, що споруда відповідає сучасним міжнародним вимогам до розрахунків на дію навантажень від власної ваги, снігу та вітру.

Будівництво висотних споруд, як правило, супроводжується деформуванням повітряних потоків, які здатні викликати неприємні відчуття та впливи на людину. Тому сьогодні в світі приділяється певна увага до процесу моделювання та аналізу проходження повітряних потоків як навколо окремих будівель так і в межах цілих мікрорайонів у містах [8].

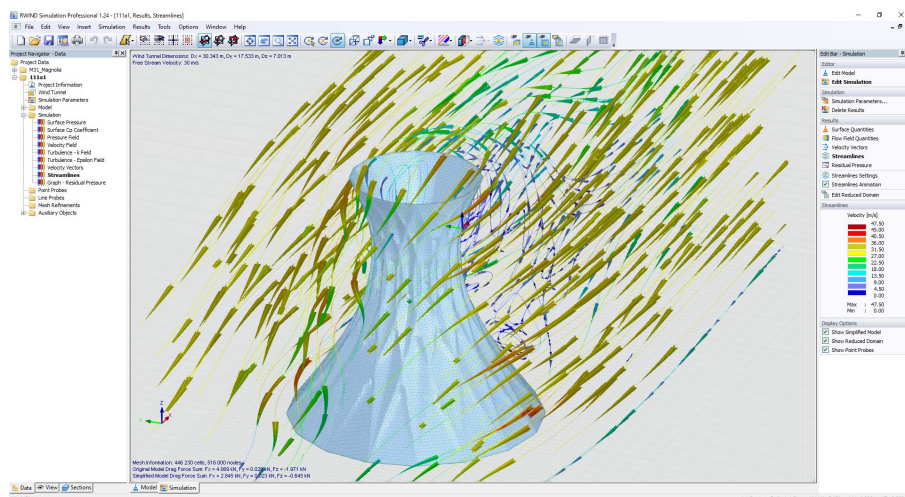


Рис. 6. Створення вітрового навантаження на очисну споруду «Аеро-вежа».

Аналіз результатів чисельного моделювання вітрового потоку навколо очисної споруди «Аеро-вежа» (рис. 6) дає змогу окреслити зони дискомфорту з метою розробки рекомендації по безпечному знаходженню мешканців міста.

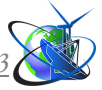
Висновки.

Сучасні ВІМ-технології дозволяють вирішувати нагальні завдання урбаністики по створенню комфортних умов проживання завдяки можливості створення адекватних математичних моделей як споруд так і навколишнього середовища та їх взаємодії.

Представлено схема очисної споруди та створена її концептуально-архітектурна модель яка заснована на принципах архітектурно-містобудівного проектування з використанням ВІМ-технологій. Проведена перевірка несучої здатності будівельної конструкції «Аеро-вежа» у програмному комплексі ЛІРА-САПР та визнане, що споруда відповідає сучасним міжнародним вимогам до розрахунків на дію навантажень від власної ваги, снігу та вітру. Аналіз результатів чисельного моделювання вітрового потоку навколо очисної споруди «Аеро-вежа» дозволяє окреслити зони по безпечному знаходженню мешканців міста.

Литература

1. Habr.com URL: <https://habr.com/ru/company/dronk/blog/395857> (дата звернення: 15.09.2019).
2. Climeworks.com URL: <https://www.climeworks.com/our-products> (дата звернення: 15.09.2019).
3. Татарченко Г.О. Білошицький М.В., Білошицька Н.І. Татарченко З.С. Спосіб очищення забрудненого повітря урбанізованих територій // Деклараційний патент на корисну модель. Отримано позитивне рішення. 02.04.2021.
4. Tatarchenko G.O., Chernih O.A., Sokolenko V.M., Tatarchenko Z.S. Modern Information Technologies in System Architecture—Urban Planning—Building Constructions // Lecture Notes in Civil Engineering. Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations. Baku-Poltava: Springer Nature



Switzerland AG, 2020.

5. Татарченко Г. О., Кравченко І. В., Писаренко М. В., Поркуян С. Л. Дослідження забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту в міському середовищі // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля.. 2019. №№ 8 (256). С. 99-104.

6. Система параметричного 3D моделювання // LIRALAND Group URL: <https://www.liraland.ua/sapfir/> (дата звернення: 10.11.2020).

7. Багатофункціональний програмний комплекс ЛІРА-САПР // LIRALAND Group URL: <https://www.liraland.ua/sapfir/> (дата звернення: 10.11.2020).

8. Wind Simulation (Wind Tunnel) // Dlubal Software GmbH: RWIND Simulation URL: <https://www.dlubal.com/en/products/stand-alone-structural-analysis-software/rwind-simulation/> (дата оброблення: 15.11.2020).

Modern BIM-technologies allow solving the urgent problems of urban studies from world brands to the process of architectural, construction and aerodynamic modeling, analysis of the interaction of treatment facilities and the environment.

The paper presents a scheme of a treatment plant and creates its conceptual and architectural model based on the principles of architectural and urban planning using BIM-technology. The bearing capacity of the "Aero-Tower" building structure was checked in the LIRA-SAPR software package and it was recognized that the structure meets modern international requirements for weight, snow and wind load. The analysis of the results of numerical modeling of the wind flow around the Aero-Tower treatment plant makes it possible to determine the zones that are safe for residents.

Keywords: atmospheric air, treatment construction, urban, BIM-technology.

Стаття відправлена: 17.04.2021 г.
© Татарченко Галина, Черних Олег



UDC 332.15; 330.142; 331.1

**PERFORMANCE ANALYSIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT
IMPLEMENTATION THROUGH THE HUMAN DEVELOPMENT INDEX
MEASURED IN POST-SOVIET COUNTRIES FROM 1990 TO 2020**

**АНАЛІЗ УСПІШНОСТІ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЧЕРЕЗ ІНДЕКС
ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ ПОСТРАДЯНСЬКИХ КРАЇН ЗА ХРОНОЛОГІЄЮ
(1990-2020)**

Kateryna Osypenko / Осипенко К.В.

Postgraduate student Department of Urban Economy.

ORCID: 0000-0002-3459-1553

Iona Andriushchenko / Андрищенко І.М.

student.

Yevhen Kliushnichenko / Ключниченко Є.Є.

Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Urban Economy.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9577-6412>

Kiev National University of Construction and Architecture,

Kyiv, Povitroflotsky Avenue, 31, 03037

Abstract. *This article contains and comparison of the performance analysis of sustainable development implementation through the Human Development Index measured from 1990 to 2020 in countries: Estonia, Latvia, Lithuania, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan, Belarus, Moldova, Ukraine, the Russian Federation, Armenia, Azerbaijan and Georgia. The reasons for the changes in the Human Development Index of the vast majority of countries of the former Soviet Union have been identified.*

Ключові слова: міжнародне регулювання, сталий розвиток, збалансований розвиток, людський розвиток, пострадянські країни

Вступ. Після розпаду СРСР у 1991 році, кожна республіка отримала власну державність і незалежність. Але за 10 років соціально-економічна криза негативно вплинула на показники ІЛР. Усі пострадянські країни мали приблизно однаковий рівень життя, але ІЛР в Україні не значною мірою перевищував середнє значення порівняно з центральноазіатськими та європейськими країнами. Проте, вона болісно пережила перше десятиліття після розвалу СРСР з усіх колишніх республік.

Основний текст. За сучасних умов, поряд з економічним зростанням, людський розвиток є одним з найважливіших індикаторів розвитку держави, тому ІЛР залишається актуальним, вивчається та аналізується науковцями, економічними, екологічними, соціальними школами і напрямами по сьогоднішній день. Доповідь про Індекс людського розвитку публікується щорічно в рамках програми розвитку ООН, який був розроблений групою економістів у 1990 році на чолі з пакистанцем Махбуб-уль-Хак (Mahbub ul-Haq).

Станом на 1990 рік усі зазначені у таблиці колишні республіки перебували у категоріях країн з високим та середнім ІЛР, а Туркменістан, Узбекистан, Білорусь, Азербайджан та Грузія не були проаналізовані. До 2000 року усі країни впевнено закріпили своє значення та збільшили індекси попри те, що знизили позиції. Це пов'язано з тим, що у Доповіді за 1990 рік було проаналізовано 144 країни, а у 2000 році – 174.



Станом на 2000 рік, Естонія стала єдиною країною на пострадянському просторі, яка перетнула межу індексу 0,8 і відноситься до країн з дуже високим індексом людського розвитку. Також, у цьому році Казахстан, Киргизстан, Молдова та Вірменія перетнули межу країн з високим рівнем ІЛР.

Оцінка прогресу ІЛР. Хронологія динаміки Індекс людського розвитку пострадянських країн згідно доповідей Програми розвитку ООН з 1990 року та закінчуючи Оновленою статистикою за 2020 рік. (Табл.1.)*

	1990	2000	2010	2019
Естонія	33 (0,735)	46 (0,801)	34 (0,812)	29 (0,892)
Латвія	46 (0,711)	52 (0,789)	48 (0,769)	37 (0,866)
Литва	31 (0,738)	63 (0,771)	44 (0,783)	34 (0,882)
Казахстан	54 (0,690)	73 (0,754)	66 (0,714)	51 (0,825)
Киргизстан	70 (0,640)	98 (0,706)	109 (0,598)	120 (0,697)
Таджикистан	76 (0,617)	110 (0,663)	112 (0,580)	125 (0,668)
Туркменістан	—	100 (0,704)	87 (0,669)	111 (0,715)
Узбекистан	—	106 (0,686)	102 (0,617)	106 (0,720)
Білорусь	—	57 (0,781)	61 (0,732)	53 (0,823)
Молдова	54 (0,690)	102 (0,700)	99 (0,623)	90 (0,750)
Україна	38 (0,705)	78 (0,744)	69 (0,710)	74 (0,779)
Російська Федерація	33 (0,735)	62 (0,771)	65 (0,719)	52 (0,824)
Вірменія	63 (0,654)	93 (0,721)	76 (0,695)	81 (0,776)
Азербайджан	—	90 (0,722)	67(0,713)	88 (0,756)
Грузія	—	70 (0,762)	74 (0,698)	61 (0,812)

* Складена на основі даних ПРООН, Індеси та показники людського розвитку: статистики з 1990 по 2020 роки.

У 2008 році фінансово-економічна криза призвела до наслідків, з яких різні країни виходили поступово, починаючи з 2009 до 2013 року. Вона стала однією з причин зменшення ІЛР переважної більшості країн колишнього Радянського Союзу. Лише Естонія та Литва, хоч незначно, але збільшили значення свого індексу. Натомість Киргизстан, Туркменістан, Молдова, Вірменія та Грузія повернулися у категорію до країн з середнім ІЛР. У наступному десятилітньому проміжку спостережень Грузія, не лише повернулася у дану категорію, а й піднялася до країн з високим ІЛР з індексом 0,812. Дана статистика свідчить

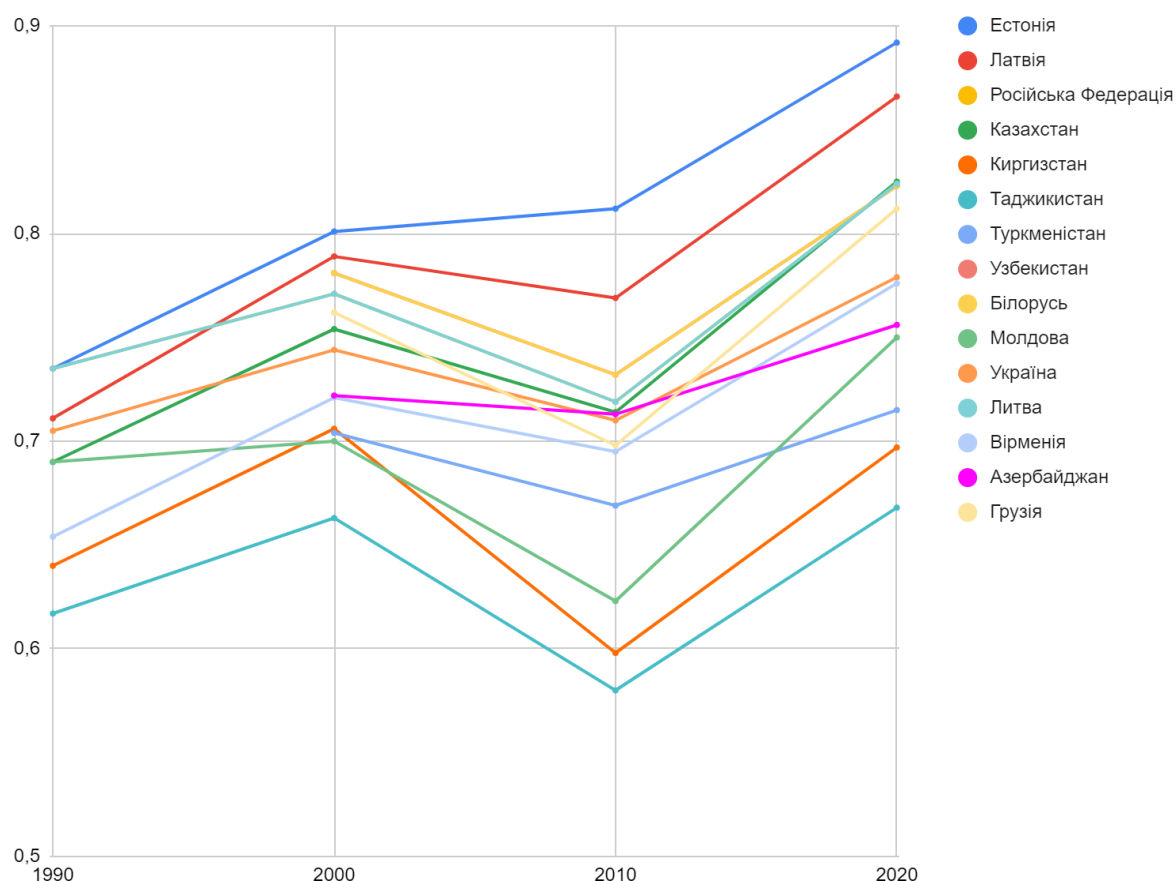


про середній рівень розвитку у цих країнах.

У період з 2010 по 2020 роки, усі вищеперераховані країни покращили показник індексу людського розвитку. До Естонії, яка впевнено закріпила свою позицію у категорії країн з дуже високим ІЛР та піднялась на 17 сходинок, порівняно з 2000 роком, приєдналися такі країни як: Латвія, Литва, Казахстан, Білорусь, Російська Федерація та Грузія.

Як ми бачимо з таблиці 2, у 1990 році Литва та Російська Федерація мали близькі за значенням індекси – 0,738 та 0,735 відповідно. Але модель управління, яка була обрана країною Прибалтики, кардинально відрізняється від тієї, яка панує в Україні та Російській Федерації. Це відразу позначилося на значенні ІЛР, який стрімко збільшився у перше десятиліття до 0,771, а ще через 20 років - до 0,882.

Серед країн СНД, у яких схожа ситуація з Україною, Грузія та Білорусь активно прогресують протягом останніх років. Білорусь зробила значний стрибок з 2000 по 2020 роки, це пов'язано з тим, що економічна криза її майже не торкнулася, і на даний момент вона перетнула межу країн з дуже високим розвитком.



Мал.1. Динаміка індексу людського розвитку в пострадянських країнах у 1990-2020 рр.

* Складено авторами за допомогою вибіркового даних для пострадянських країн про Індекс людського розвитку з доповідей за період з 1990 по 2019 роки

Незважаючи на те, що Україна посідає не останню позицію серед країн пострадянських держав, залишається шлях для наслідування країн-



технологічних лідерів. Частина порівнюваних держав уже перетнула межу і знаходиться на рівні країн з дуже високим ІЛР, Україна має збільшити індекс на 0,031. Можна сказати, що позиція України у порівнянні з сусідніми країнами: Російська Федерація і Білорусь - перспективна.

Література:

1. Аналітична записка за країнами, що представлені в Доповіді про стан людського розвитку за 2019 рік. Україна [Електронний ресурс] // UNDP. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.un.org.ua/images/documents/4792/Ukraine%20\(ukr\).pdf](http://www.un.org.ua/images/documents/4792/Ukraine%20(ukr).pdf).
2. Кривошеїн. В. Індекс людського розвитку // Політична енциклопедія. Редкол.: Ю. Левенець (голова), Ю. Шаповал (заст. голови) та ін. — К.: Парламентське видавництво, 2011. — с.283 ISBN 978-966-611-818-2
3. НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ за 2019 рік [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/10/zb_nas_2019.pdf.
4. Осипенко К.В. Динаміка інтегрального показника Індексу людського розвитку (ІЛР) України як індикатора формування сталого розвитку міст. // Conference proceedings. International scientific – practical conference of young scientists “BUILD-MASTER-CLASS-2019”. – Kyiv, 2019. – С. 120, 121.
5. Самохвалова А. Ю., Синяєва Л. В. ПОКАЗНИКИ РІВНЯ ТА ЯКОСТІ ЖИТТЯ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ [Електронний ресурс] // 2018 – Режим доступу до ресурсу: http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/7092/1/CANADA_HAMILTON_15032019%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8C-179-193.pdf.
6. Соціально-економічний розвиток анексованих АР Крим та м. Севастополя та оцінка втрат економіки України від анексії. Аналітична записка [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2015-12/Vtrata_Krimu-3a502.pdf
7. Україна продовжує крокувати вперед до кращого розвитку людського потенціалу [Електронний ресурс] // UNDP. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/presscenter/pressreleases/2020/Ukraine-inches-forward-in-human-development.html>
8. Briefing note for countries on the 2020 Human Development Report. Ukraine [Електронний ресурс] // UNDP. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/UKR.pdf.
9. Human Development Report 1990. Online release – 1990. http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/219/hdr_1990_en_complete_nostats.pdf
10. Human Development Report 2000: Human Rights and Human Development. Online release – http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/261/hdr_2000_en.pdf
11. Human Development Report 2010: 20th Anniversary Edition. The Real



Wealth of Nations: Pathways to Human Development. Online release – 2010, http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/270/hdr_2010_en_complete_reprint.pdf

12. Human Development Report 2020: The Next Frontier Human development and the Anthropocene. Online release – 2020, http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2020_overview_english.pdf

13. Осипенко К.В., Ключниченко Є.Є. Врахування ресурсних обмежень для сталого розвитку населених пунктів. // Регіональна політика: історія, політико-правові засади, архітектура, урбаністика. Збірник наукових праць. Випуск IV (частина друга). – Київ – Тернопіль: “Бескиди”, 2018. – С 86–90.

14. Осипенко К.В., Ключниченко Є.Є. Основні напрями сталого розвитку населених пунктів. // Conference proceedings. International scientific – practical conference of young scientists “BUILD-MASTER-CLASS-2018”. – Kyiv, 2018. – С. 158, 159.

15. Осипенко К.В., Ключниченко Є.Є. Вплив політичного потенціалу на сталий розвиток населених пунктів. // Наукове мислення: Збірник статей учасників двадцять четвертої всеукраїнської практично-пізнавальної інтернет-конференції “Наукова думка сучасності і майбутнього”, (24 – 30 листопада 2018р.). – Видавництво НМ. – Дніпро, 2018. – С. 63–64.

16. Осипенко К.В. Соціальна, економічна та екологічна підсистеми формування сталого розвитку населених пунктів. // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник / Головн. ред. М.М. Осетрін. - К., КНУБА, 2019. – Вип. 69. – С. 299-303.

17. Осипенко К.В. Людський потенціал як чинник формування сталого розвитку. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Головн. ред. М.М. Осетрін. – К., КНУБА, 2019. – Вип. 70. – 645 с. (С.431 – 438)

18. Осипенко К.В., Андрущенко І.М. Триптих. Динаміка інтегрального показника Індексу стану навколишнього середовища (ІНС) України як індикатора розвитку екологічної сталості на прикладі категорій: якість повітря, вода та санітарія, забруднення важкими металами // Просторове планування: містопланування, архітектура, політичні та соціокультурні засади. Зб. наук. пр. Вип I. В 2-х ч. – Київ–Тернопіль: “Бескиди”, 2020. – С. 118–122.

References:

1. Analitichna zapyska za krainamy, shcho predstavleni v Dopovidі pro stan liudskoho rozvytku za 2019 rik. Ukraina [Elektronnyi resurs] // UNDP. – 2019. – Rezhym dostupu do resursu: [http://www.un.org.ua/images/documents/4792/Ukraine%20\(ukr\).pdf](http://www.un.org.ua/images/documents/4792/Ukraine%20(ukr).pdf).

2. Kryvoshein. V. Indeks liudskoho rozvytku // Politychna entsyklopediia. Redkol.: Yu. Levenets (holova), Yu. Shapoval (zast. holovy) ta in. — K.: Parlamentske vydavnytstvo, 2011. — s.283 ISBN 978-966-611-818-2

3. NASELENNIA UKRAINY za 2019 rik [Elektronnyi resurs] // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – 2020. – Rezhym dostupu do resursu: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/10/zb_nas_2019.pdf

4. Osypenko K.V. Dynamika intehrального pokaznyka Indeksu liudskoho rozvytku (ILR) Ukrainy yak indykatora formuvannia staloho rozvytku mist. // Conference proceedings. International scientific – practical conference of young scientists “BUILD-MASTER-CLASS-2018”. – Kyiv, 2019. – 120, 121 pp [in Ukrainian].

5. Samokhvalova A. Yu., Syniaieva L. V. POKAZNYKY RIVNIA TA YAKOSTI ZhYTTIA



UKRAINY V SUCHASNYKH EKONOMICHNYKH UMOVAKH [Elektronnyi resurs] // 2018 – Rezhym dostupu do resursu:

http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/7092/1/CANADA_HAMILTON_15032019%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8C-179-193.pdf.

6. Sotsialno-ekonomichni rozvytok aneksovanih AR Krym ta m. Sevastopolia ta otsinka vtrat ekonomiky Ukrainy vid aneksii. Analitychna zapyska [Elektronnyi resurs]. — Rezhym dostupu: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2015-12/Vtrata_Krimu-3a502.pdf

7. Ukraina prodovzhuie krokovaty vpered do krashchoho rozvytku liudskoho potentsialu [Elektronnyi resurs] // UNDP. – 2020. – Rezhym dostupu do resursu: <https://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/presscenter/pressreleases/2020/Ukraine-inches-forward-in-human-development.html>

8. Briefing note for countries on the 2020 Human Development Report. Ukraine // UNDP. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/UKR.pdf.

9. Human Development Report 1990. Online release – 1990. http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/219/hdr_1990_en_complete_nostats.pdf

10. Human Development Report 2000: Human Rights and Human Development. Online release – http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/261/hdr_2000_en.pdf

11. Human Development Report 2010: 20th Anniversary Edition. The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development. Online release – 2010, http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/270/hdr_2010_en_complete_reprint.pdf

12. Human Development Report 2020: The Next Frontier Human development and the Anthropocene. Online release – 2020, http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2020_overview_english.pdf

13. Osypenko K.V., Kliushnichenko Ye.Ie. Vrakhuвання resursnykh obmezhen dla staloho rozvytku naselenykh punktiv [Taking into account resource constraints for the settlements sustainable development]. // Rehionalna polityka: istoriia, polityko-pravovi zasady, arkhitektura, urbanistyka. Zbirnyk naukovykh prats. Vypusk IV (chastyna druha). – Kyiv – Ternopil: “Beskydy”, 2018. – 86–90 pp [in Ukrainian].

14. Osypenko K.V., Kliushnichenko Ye.Ie. Osnovni napriamy staloho rozvytku naselenykh punktiv [The main directions of sustainable urban development]. // Conference proceedings. International scientific – practical conference of young scientists “BUILD-MASTER-CLASS-2018”. – Kyiv, 2018. – 158, 159 pp [in Ukrainian].

15. Osypenko K.V., Kliushnichenko Ye.Ie. Vplyv politychnoho potentsialu na stalyy rozvytok naselenykh punktiv [The influence of political potential on sustainable urban development]. // Naukove myslennia: Zbirnyk statei uchastykiv dvadtsiat chetvertoi vseukrainskoi praktychno-piznavalnoi internet-konferentsii “Naukova dumka suchasnosti i maibutnoho”, (24 – 30 lystopada 2018r.). – Vydavnytstvo NM. – Dnipro, 2018. – 63–64 pp [in Ukrainian].

16. Osypenko K.V. Sotsialna, ekonomichna ta ekolohichna pidsystemy formuvannia staloho rozvytku naselenykh punktiv [Social, economic and ecological subsystems the formation of sustainable settlements development]. // Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: nauk.-tekhn. zbirnyk / Holovn. red. M.M. Osietrin. - K., KNUBA, 2019. – Vyp. 69. – 299-303 pp [in Ukrainian].

17. Osypenko K.V. Liudskyi potentsial yak chynnyk formuvannia staloho rozvytku. // Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: Nauk.-tekhn. zbirnyk / Holovn. red. M.M. Osietrin. – K., KNUBA, 2019. – Vyp. 70. – 645 p. (431 – 438 pp.)

18. Osypenko K.V., Andriushchenko I.M. Tryptykh. Dynamika intehrального pokaznyka Indeksu stanu navkolyshnoho seredovyscha (ISNS) Ukrainy yak indykatora rozvytku ekolohichnoi stalosti na prykladi katehori: yakist povitria, voda ta sanitariia, zabrudnennia vazhkymy metalamy // Prostorove planuvannia: mistoplanuvannia, arkhitektura, politychni ta sotsiokulturni zasady. Zb. nauk. pr. Vyp I. V 2-kh ch. – Kyiv–Ternopil: “Beskydy”, 2020. – C. 118–122.

Article sent: 28/04/2021

© Osypenko K.V., Andriushchenko I.M., Kliushnichenko Ye.Ie.



УДК 502.211(204)

**THE PROBLEM OF TRANSPORTING INVASIVE ALIEN ORGANISMS
WITH BALLAST WATER****ПРОБЛЕМА ПЕРЕНОСУ ІНВАЗИВНИХ ЧУЖОРІДНИХ ОРГАНІЗМІВ З
БАЛАСТНИМИ ВОДАМИ****Savchuk Ye.V. / Савчук Є.В.***senior lecturer/старший викладач*

ORCID: 0000-0002-4108-666X

*Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Одесский национальный морской университет, Одесса, ул. Мечникова 34, 65029*

Анотація. В цій статті розглядається сучасний стан проблеми переносу інвазивних видів з баластними водами та їх негативний вплив на екологічний стан морських екосистем, економіку, здоров'я людини та інших живих організмів. Наводиться короткий огляд основних інвазивних чужорідних організмів, розглядаються основні проблеми, що виникають при переносі цих видів з баластною водою та шляхи вирішення наведених проблем.

Ключові слова: біологічна небезпека, баластні води, інвазивні чужорідні організми.

Вступ.

Одним з видів екологічних небезпек є біологічна небезпека. Основним видом біологічної небезпеки при експлуатації суден є перенос інвазивних чужорідних організмів з баластними водами.

Морським транспортом між країнами щорічно переміщується понад 80 % вантажів і приблизно від 3 до 5 мільярдів тонн баластних вод. Приблизно такий же обсяг щорічно перевозиться по внутрішніх лініях в різних країнах і регіонах. Баластні води є абсолютно необхідним для безпеки та ефективності сучасного судноплавства компонентом, що забезпечує рівновагу і остійність суден без вантажу. Проте вони також можуть негативно впливати на екологічний стан екосистем, економіку і представляти серйозну загрозу здоров'ю людини та інших живих організмів.

Основний текст.

Судноплавство має велике значення для глобальної економіки, надаючи найбільш економічно ефективні засоби транспортування великої кількості вантажів на великі відстані. Більше 90 % перевезень по всьому світу, включаючи всі вантажі – від їжі і палива до будівельних матеріалів, хімікатів і побутових приладів, перевозиться на судах. Близько 36000 торгових суден борознить Світовий океан із загальним дедвейтом більше 1 мільярда тонн тоннажу.

Судна спеціально спроектовані і побудовані для безпечного переміщення по воді і перевезення вантажів. Однак, у тих випадках, коли судно рухається без вантажу або з частковим завантаженням, воно повинно приймати додатковий вантаж на борт, дозволяючи судну працювати ефективно і безпечно, шляхом забезпечення, наприклад, достатньої осадки для заглиблення гвинта і керма і їх ефективної роботи. Цей додатковий вантаж називається баластом [1].

Судна, що будувалися в стародавні часи, несли твердий баласт, такий як каміння, пісок або метал. Однак, приблизно з 1880 року, судна використовують



в якості баласту воду, оскільки вона більш доступна, більш зручна для прийому на борт і скидання, і, тому більш ефективна і економічна, ніж твердий баласт. Коли на судні немає вантажу, воно приймає баластну воду. Коли воно вантажить вантаж, баластна вода скидається (рис. 1).

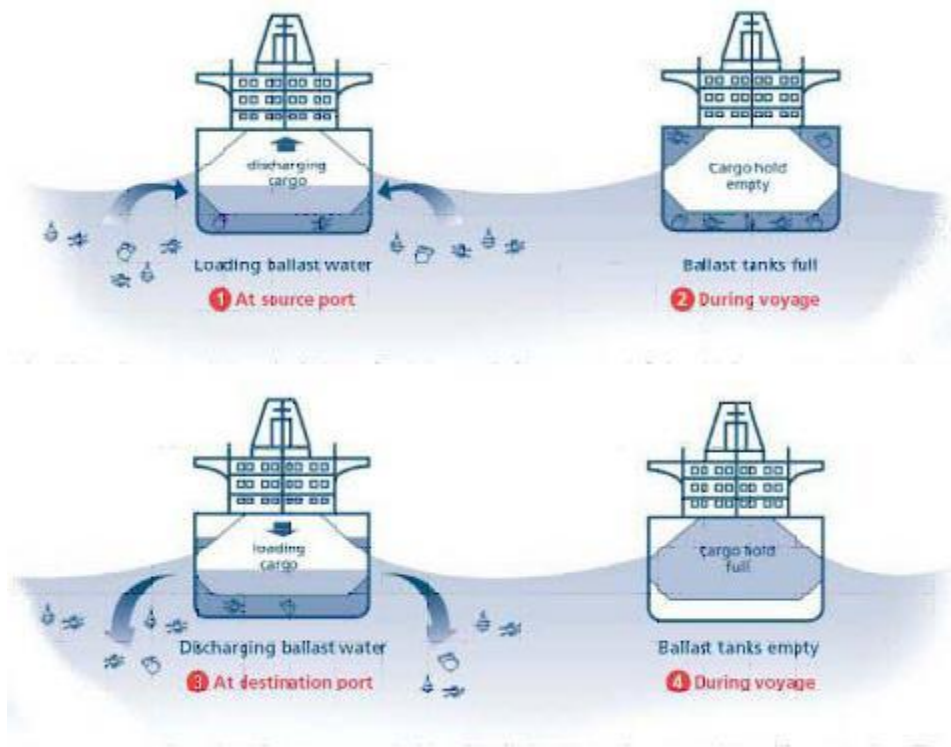


Рис. 1 – Цикл баластних вод на судні

- 1 – порт вивантаження (взяття баластних вод в баластні танки);
- 2 – перехід у баласті (баластні танки заповнені баластом під час рейсу);
- 3 – порт навантаження (відкачування баластних вод за борт);
- 4 – перехід у вантажі (баластні танки порожні під час рейсу).

Джерело: [1].

На думку представників ООН, потрапляння в океани чужорідних для них біологічних видів є однією з чотирьох найсерйозніших загроз для глобальної екосистеми. У будь-який момент часу в усьому світі 35 000 суден перебуває в морських водах, і в їх баластних цистернах перевозиться більше 3000 різних біологічних видів. За оцінками Міжнародної морської організації ООН (ІМО), щорічно у всьому світі перевозиться десять мільярдів тонн баластних вод.

Протягом останнього десятиліття спостерігається все більш інтенсивне поширення біологічних видів в тих районах, де вони ще ніколи раніше не жили. Це призводить до розбалансування екосистем і являє собою серйозну загрозу. У багатьох випадках чужорідний вид не має природних хижаків, в результаті чого звичайні види вимирають, а вся морська екосистема порушується. Це призводить до драматичних наслідків для біорізноманіття та для таких галузей, як рибальство, розведення і вирощування риби та інших водних тварин і рослин.

В той час, як наявність баластної води є життєво важливим для безпечної експлуатації суден, дослідження показали, що при прийомі баластної води на



борт, організми, які в ній живуть, також потрапляють у баластні танки. Залежно від тривалості рейсу та інших факторів, багато з цих організмів можуть зберегти життєздатність під час переходу і, в наслідку, потрапити у воду порту призначення в процесі скидання баласту.

Таким чином, баластна вода служить вектором перенесення організмів з однієї частини світу в іншу. Якщо цей новий район проживання знаходиться за межами їх звичайного району поширення, то перенесені види звичайно називають чужорідними видами (неаборигенними). Якщо природні умови в цьому новому географічному районі є сприятливими, то чужорідні види можуть не тільки зберегти життєздатність, але і закріпитися і поширитися далі, завдаючи, або маючи можливість заподіяти шкоду місцевої природному середовищу, економіці або здоров'ю людини.

Такі види зазвичай називають інвазивними чужорідними організмами, однак для морських інвазій можуть використовуватися і інші терміни, такі як інтродуковані морські шкідники (ІМШ) (Австралія і Нова Зеландія), водні шкідливі види (ВШВ) (США), і шкідливі водні і патогенні організми (ШВПО) (Ballast Water Management Convention or BWM Convention) [2].

До морських інвазивних чужорідних організмів [3], зокрема, відноситься північноамериканський гребневик мнеміопсис (*Mnemiopsis leidyi*), дрейссена річкова (*Dreissena polymorpha*), амурська морська зірка (*Asterias amurensis*), європейський береговий краб (*Carcinus maenas*).

Батьківщиною мнеміопсиса (рис. 2) є води Атлантичного океану, що омивають Флориду. У 1987 році мнеміопсис потрапив у води Чорного моря з баластними водами суден. У 2006 році мнеміопсис був вперше помічений вже в Північному і Балтійському морях.



Рис. 2 – Гребневик *Mnemiopsis leidyi*

Авторська розробка

Мнеміопсис володіє багатьма характеристиками ідеального вселенця. Він є одночасно самозапліднюючим гермафродитом; він є всеїдним – споживає широкий спектр кормів; він виживає в широкому діапазоні умов навколишнього середовища з варіюванням солоності від 3,4 до 75 проміле і температур від 1,3 до 32 °C; при оптимальній температурі (вище 20 °C) він розвивається дуже швидко, досягаючи своєї статеві зрілості за 12 днів; він



також реагує на збільшення концентрації поживних речовин швидким ростом і розмноженням.

Більш того, відзначається висока стійкість і низька чутливість мнеміопсиса до різних забруднюючих речовин. Цього вселенця виявляли навіть в акваторії портів, в місці стоянки суден, де водне середовище було забруднене бензином і маслом. Особини мнеміопсиса різного віку і розмірів прекрасно себе почували в суміші води та нафтопродуктів.

У Чорному морі у мнеміопсисів не виявилося природних хижаків і вони почали стрімко розмножуватися, пожираючи планктон, ікру і мальків риб. У сприятливих умовах мнеміопсис може з'їдати в день в десять разів більше власної маси. Залежно від кількості їжі, він може збільшуватися в розмірах в два рази за добу і відкладати 8 тис. яєць в день. До 1989 року кількість їжі для риб скоротилася в 30 разів порівняно з періодом 1978-1988 років.

Поступово збільшуючись, загальна біомаса популяції мнеміопсиса в Чорному морі досягла в 1989 р. близько 1 млрд. тонн, причому щільність його в південно-західній частині Чорного моря становила 4000-5000 грам на кубічний метр води. Був момент, коли цей вид становив 90% маси всіх живих організмів в Чорному морі.

Різко знизилася прозорість води, оскільки знищений зоопланктон більше не поїдав дрібні водорості, крім того, цей мнеміопсис в процесі життєдіяльності виділяє колосальну кількість слизу. Чорне море стало схоже на мутний суп з мнеміопсиса. В десятки разів впала чисельність риб, що харчуються планктоном: хамси, ставриди і шпрот. Збитки рибальства склали кілька сотень мільйонів доларів. Опинилися на голодному пайку і чорноморські дельфіни.

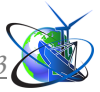
Причиною масового розвитку мнеміопсиса стала відсутність хижаків, здатних контролювати їх чисельність. Гребневиків прийнято вважати «тупиками» харчових ланцюгів: низький вміст поживних речовин робить їх непривабливими для ефективного харчування.

Здавалося б Чорному морю загрожує повний біологічний колапс. Але в 1997-1999 роках відбувається вторгнення в Чорне море нового гребневика – берое (*Beroe ovata*). Впровадження і розмноження гребневика берое призвело до різкого зменшення біомаси мнеміопсиса і, як наслідок, до зростання зоопланктону і личинок риб, а пізніше і рибних запасів Чорного моря.

У 1999 році *Mnemiopsis leidyi* пробрався в Каспійське море. Забили на сполох з приводу різкого зменшення популяції спочатку кільки, а потім і осетрових, у всіх прикаспійських державах.

Дрейссена річкова, або мідія-зебра (*Dreissena polymorpha*) (рис. 3) потрапила з Чорного моря в західну і північну Європу, включаючи Ірландію і Балтійське море, і східну частину Північної Америки.

Батьківщиною дрейссени є Каспійський басейн. Вперше вона була знайдена в річці Уралі в 1769 р., а потім іншими дослідниками в басейні Волги; в Дніпрі річкова дрейссена була відкрита в 1844 р. Просуваючись вгору за течією, дрейссена широко розселилася по річкових басейнах Каспійського і Чорного морів, а з розвитком судноплавства і, в особливості з відкриттям з'єднувальних каналів проникла в басейн Балтійського моря і заселила озера та



ріки Західної Європи, де вона поширилася до Англії.



Рис. 3 – Дрейссена річкова (*Dreissena polymorpha*)

Авторська розробка

Двостулковий молюск переміщаючись в личинковій формі в баластній воді, при скиданні води демонструє швидке репродуктивне зростання без природних хижаків в Північній Америці. Мідія множитьс я і забруднює всі доступні тверді поверхні в масових кількостях. Витісняючи місцеве водне життя, цей вид змінює середовище проживання, екосистему і харчовий ланцюг і викликає серйозні проблеми з забрудненням гідротехнічної інфраструктури та суден.

Велика життєстійкість і висока плодючість дрейссен сильно ускладнюють боротьбу з її обростаннями. Доводиться застосовувати не тільки механічні, але і різні хімічні, електричні та біологічні способи боротьби з обростаннями. Борються з дрейссенами хлоруванням води і фарбуванням споруд отруйними для личинок дрейссени фарбами; застосовують катодний захист гідротехнічних споруд і розробляють можливості застосування ультразвуку для боротьби з личинками. У Каспійському і Аральському морях дрейссени поїдаються донними рибами.

Амурська морська зірка (*Asterias amurensis*) (рис. 4) зустрічається на північному заході Тихого океану біля берегів північного Китаю, Кореї, Росії і Японії.



Рис. 4 – Амурська морська зірка (*Asterias amurensis*)

Авторська розробка



Цей вид потрапив з баластною водою в океанічні області Тасманії, Австралії, Аляски, Алеутських островів, частини Європи і штату Мен. Амурська морська зірка відтворюється у великій кількості, швидко досягаючи критичного порога в окупованих середовищах. Цей інвазивний вид призвів до значних економічних втрат, оскільки харчується молюсками, в тому числі комерційно цінними видами – гребінцями та устрицями.

Європейський береговий краб (*Carcinus maenas*) (рис. 5) – місцевий вид в Європі та Північній Африці. Він був інтродукований в США, Австралію і Південну Африку. Він є евригалінним ненажерливим хижаком, який в деяких місцях, куди він був інтродукований, викликав спад інших видів крабів і двостулкових молюсків. Цей вид включений до світового списку 100 найбільш шкідливих інтродукованих видів.



Рис. 5 – Європейський береговий краб (*Carcinus maenas*)

Авторська розробка

Інвазивні чужорідні види в даний час загально визнані в якості однієї з найбільших загроз глобального біорізноманіття. Вони також мають серйозний економічний вплив, вплив на навколишнє середовище, а також на здоров'я людини, і, в результаті, є серйозною перешкодою у розвитку. Для морського і прибережного середовища інвазивні види ідентифіковані як одна з чотирьох найбільших загроз Світовому океану, поряд з:

- береговими джерелами забруднення моря;
- надмірною експлуатацією морських ресурсів;
- фізичною зміною/руйнуванням морських місць проживання.

Баластна вода заподіює особливе занепокоєння, як вектор проникнення інвазивних чужорідних організмів через великі обсяги баластної води, що використовуються і скидаються в нове середовище по всьому світу, а також через величезне різноманіття і кількості видів, які в ній можуть переноситися.

Один кубометр баластної води може містити до 50 000 зразків зоопланктону [4-7] та/або 10 мільйонів клітин фітопланктону [8], крім того, більшість морських організмів містять у своєму життєвому циклі фазу



планктону, тому без перебільшення можна сказати що в суднових баластних танках можуть перевозитися тисячі різних морських видів – практично все, що має досить малі розміри для того, щоб пройти через суднові забірні пристрої та насоси. Це включає бактерії та інші мікроби, маленьких безхребетних і яйця, цисти і личинки різних видів, включаючи більшість видів риби, хоча і не всі з них виживають в баластних танках.

У процесі взяття водного баласту, а потім скидання його в нових природних умовах, деякі водні види здатні засновувати нові популяції за межами природного середовища проживання і потенційно загрожувати природним видам території, а також завдають великої шкоди навколишньому середовищу, загрожують людині і, в багатьох випадках, підривають економіку.

Висновки.

Забруднення акваторій баластними водами, які скидаються з суден, набуло масштаби серйозної світової екологічної проблеми. Для вирішення такої потрібно якомога активніше впроваджувати сучасні системи обробки баластних вод. Баластні води повинні особливо ретельно піддаватися фільтрації через постійний обмін біологічних організмів і осадів в ході вантажних операцій, корозійну агресивність морської води, і великі обсяги в залежності від габаритів судна.

Очевидним є той факт, що для конструктивного вирішення проблем забезпечення екологічної безпеки баластних вод необхідні не тільки взаємно узгоджені міжнародні заходи всіх світових держав, а й ефективні дії кожної країни на національному рівні, що можливо досягти лише за умови фундаментальної зміни системи екологічного виховання та екологічної освіти.

Література:

1. ГЭФ-ПРООН-ИМО. Программа партнерства ГлоБалласт и МИО, 2009: Руководство по оценке статуса балластных вод в стране. Монографии программы ГлоБалласт № 17.
2. Ballast Water Management Convention and BWMS Code with guidelines for implementation. IMO. London. 2018. 300 p.
3. Богданов И. И. Геоэкология с основами биогеографии: учеб. пособие. 3-е изд., стереотип. М.: Флинта, 2016. 210 с.
4. Locke, A., Reid, D.M., Sprules, W.G, Carlton, J.T., van Leeuwen, H.C. 1991. Effectiveness of mid-ocean exchange in controlling freshwater and coastal zooplankton in ballast water. Can., Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., Vol. 1822, pp 1–93.
5. Locke, A., Reid, D.M., van Leeuwen, H.C, Sprules, W.G, Carlton, J.T., 1993. Ballast water exchange as a means of controlling dispersal of freshwater organisms by ships. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 50, pp 2086–2093.
6. Gollasch, S., 1996. Removal of barriers to the effective implementation of ballast water control and management measures in developing countries. Informal paper.
7. Kabler, L.V., 1996. Ballast water invaders: breaches in the bulwark. Bd. 1, Aquatic Nuisance Species Digest, 1. pp 34–35.
8. Subba Rao, D.V., Sprules. W.G, Locke, A., Carlton, J.T., 1994. Exotic



phytoplankton from ships' ballast waters: risk of potential spread to mariculture sites on Canada's East coast. Can. Data Rep. Fish. Aquatic. Sci., Vol. 937, pp 1–51.

References.

1. GEF-PROON-IMO. Programma partnerstva GloBallast i MIO, 2009: Rukovodstvo po otsenke statusa ballastnykh vod v strane. Monografii programmy GloBallast № 17.
2. Ballast Water Management Convention and BWMS Code with guidelines for implementation. IMO. London. 2018. 300 p.
3. Bogdanov I.I., 2016. Geoekologiya s osnovami biogeografii [Geoecology with the basics of biogeography]. 3rd ed. M.: Flinta.
4. Locke, A., Reid, D.M., Sprules, W.G, Carlton, J.T., van Leeuwen, H.C. 1991. Effectiveness of mid-ocean exchange in controlling freshwater and coastal zooplankton in ballast water. Can., Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., Vol. 1822, pp 1–93.
5. Locke, A., Reid, D.M., van Leeuwen, H.C, Sprules, W.G, Carlton, J.T., 1993. Ballast water exchange as a means of controlling dispersal of freshwater organisms by ships. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 50, pp 2086–2093.
6. Gollasch, S., 1996. Removal of barriers to the effective implementation of ballast water control and management measures in developing countries. Informal paper.
7. Kabler, L.V., 1996. Ballast water invaders: breaches in the bulwark. Bd. 1, Aquatic Nuisance Species Digest, 1. pp 34–35.
8. Subba Rao, D.V., Sprules. W.G, Locke, A., Carlton, J.T., 1994. Exotic phytoplankton from ships' ballast waters: risk of potential spread to mariculture sites on Canada's East coast. Can. Data Rep. Fish. Aquatic. Sci., Vol. 937, pp 1–51.

Abstract. *This article discusses the current state of the problem of the transfer of invasive species with ballast waters and their negative impact on the ecological state of marine ecosystems, the economy, human health and other living organisms. A brief overview of the main invasive foreign organisms is given, the main problems arising from the transfer of these species with ballast water and ways to solve these problems are considered.*

Key words: *biohazard, ballast water, invasive alien organisms.*

Статья отправлена: 04.04.2021 г.
© Савчук Е.В.



УДК 648.18

THERMODYNAMIC CALCULATIONS OF SPINEL FORMATION IN THE SYNTHESIS OF PIGMENTS FROM INDUSTRIAL WASTE**ТЕРМОДИНАМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ШПІНЕЛЕУТВОРЕННЯ ПРИ СИНТЕЗІ ПІГМЕНТІВ З ПРОМІСЛОВИХ ВІДХОДІВ****Ivanyuk E.V. / Іванюк О.В.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4112-837x

Suprunchuk V.I. / Супрунчук В.І.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1148-6451

Osmuk M.P. / Осьмук М.П.*MSc/Magіstr**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**03056, Kyiv, Prosp.Peremohy, 37, building 4**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,**м.Київ, просп. Перемоги 37, корпус 4*

Abstract. The thermodynamic substantiation of processes in the formation of spinels as color-forming structures of pigments using the method of serial-parallel reactions and the concept of energy and entropy of ordering of cations from tetra- to octahedral cavities of the oxygen framework of spinel is carried out. The possibility of formation of inverted spinel-chromophores at mixing of simple cations of divalent and trivalent metals of different names at mixing is proved when replacing oxides with industrial waste.

Key words: industrial waste, spinel, color of pigments, thermodynamic substantiation, Gibbs energy, tetrahedral cavities, octahedral cavities, divalent cations, trivalent cations, disorder.

The color of inorganic pigments is formed under the influence of many factors. The main factors are: the composition of the formed spinel, the ratio of chromophore metals in the crystal lattice of spinels, the formation of solid solutions, the distribution of metal chromophore cations between the tetra- and octahedral cells of the oxygen framework of the spinel crystal lattice.

Metal cations have a pronounced advantage to a certain coordination environment in the oxygen framework, so when disorganizing the structure of the formed spinels, the cations are in more characteristic positions. Thus, in the formation of complex inverted spinels, cations of trivalent metals Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} have an advantage to octahedral - positions of the oxygen framework, bivalent cations Zn^{2+} , Mg^{2+} - to tetrahedral positions, and bivalent Ni^{2+} , Co^{2+} - to octahedral [1].

Thermodynamic analysis was performed to identify the conditions for the formation of color pigments that can be synthesized with the equivalent replacement of oxides in the charge for industrial waste.

The distribution of divalent and trivalent cations between the octave and tetrahedral cavities of the oxygen framework of the spinel is due to the energy (δE) and entropy (δS) of the transition of 1 mol of cations from tetrahedral to octahedral positions of the oxygen framework [1-3]. The use of these values for quantitative calculation is postulated in [4] and is intended for use only for simple spinels.



However, the possibility of applying the principle of independence of sequential-parallel reactions, which is suitable for the analysis of cation distribution processes between tetra- and octahedral positions of the oxygen framework, was not taken into account. We used this principle [5] for spinels with different divalent and trivalent cations of the same name.

For spinels, which contain both different divalent metal cations (A) and different divalent metal cations (B), the principle of independence of serial-parallel reactions can be described in the form of equations of reversible processes:



where the square brackets indicate the octahedral cavity of the oxygen framework of the spinel.

The value of the equilibrium constant of the distribution processes in equations (1-4) is determined using the Gibbs energy by equation:

$$\ln K = - \Delta G / (RT), \quad (5)$$

The Gibbs energy of the cation distribution (1-4) is calculated by us using the values of enthalpy and entropy of the transition [3,4] :

$$\delta G' = \delta E' - T \delta S', \quad (6)$$

$$\delta G'' = \delta E'' - T \delta S'', \quad (7)$$

$$\delta G''' = \delta E''' - T \delta S''', \quad (8)$$

$$\delta G^{IV} = \delta E^{IV} - T \delta S^{IV}, \quad (9)$$

where $\delta E'$ – change in the energy of transition to the octahedral state of cations of divalent and trivalent metals for expression (6), which is calculated by the formula $\delta E' = E_A' - E_B'$, kJ/mol; $\delta S'$ – the change in the entropy of the transition of cations to the octahedral state for expression (6) by the formula $\delta S' = S_A' - S_B'$, J/(mol·K); $\delta E''$ – the change in the energy of the transition of cations to the octahedral state for expression (7), which is calculated by the formula $\delta E'' = E_A'' - E_B''$, kJ/mol; $\delta S''$ – change in the entropy of the transition of cations to the octahedral state for expression (7), which is calculated by the formula $\delta S'' = S_A'' - S_B''$, J/(mol·K); $\delta E'''$ – the change in the energy of the transition of cations to the octahedral state for expression (8), which is calculated by the formula $\delta E''' = E_A''' - E_B'''$, kJ/mol; $\delta S'''$ – change in the entropy of the transition of cations to the octahedral state for expression (8), which is calculated by the formula $\delta S''' = S_A''' - S_B'''$, J/(mol·K); δE^{IV} – the change in the energy of the transition of cations to the octahedral state for expression (9), which is calculated by the formula $\delta E^{IV} = E_A^{IV} - E_B^{IV}$, kJ/mol; δS^{IV} – change in the entropy of the transition of cations to the octahedral state for expression (9), which is calculated by the formula $\delta S^{IV} = S_A^{IV} - S_B^{IV}$, J/(mol·K).

The obtained values of the Gibbs energy of the disorder processes (1-4) can be used to calculate the values of the equilibrium constants of the reactions, following equation (5).

The concentration component of the chemical reaction isotherm is determined based on the General formula of the mixed spinel. If the molar fraction of divalent



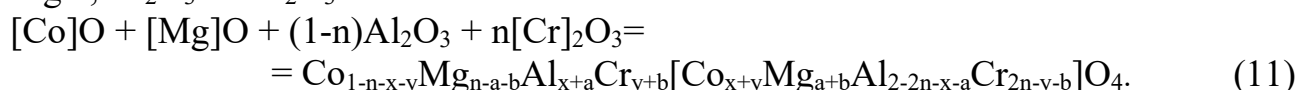
cation A'' is denoted by n , then the formula of the mixed spinel can be represented as $A'_{1-n-x-y} A''_{n-a-b} B'_{x+a} B''_{y+b} [A'_{x+y} B'_{2-2n-x-a} B''_{2n-y-b}] O_4$, where x, y, a, b – a measure of the depth of processes (1-4), respectively.

Spinel formulas show that $A'_{(1-n-x-y)}, A''_{(n-a-b)}, B'_{(2-2n-x-a)}, B''_{(2n-y-b)}$ – are the initial components of the reaction, and $B'_{(x+a)}, B''_{(b+y)}, A'_{(x+y)}, A''_{(a+b)}$ – are the final products of the spinel disorder reaction.

As a result, the system of equations of isotherms of disorientation processes of mixed spinel with different cations of divalent and trivalent metals takes the form

$$\begin{cases} \frac{(x+y) \cdot (x+a)}{(1-n-x-y) \cdot (2-2n-x-a)} - \exp\left(\frac{S(A') - S(B')}{R} - \frac{E(A') - E(B')}{RT}\right) = 0 \\ \frac{(x+y) \cdot (b+y)}{(1-n-x-y) \cdot (2n-y-b)} - \exp\left(\frac{S(A') - S(B'')}{R} - \frac{E(A') - E(B'')}{RT}\right) = 0 \\ \frac{(a+b) \cdot (x+a)}{(n-a-b) \cdot (2-2n-x-a)} - \exp\left(\frac{S(A'') - S(B')}{R} - \frac{E(A'') - E(B')}{RT}\right) = 0 \\ \frac{(a+b) \cdot (b+y)}{(n-a-b) \cdot (2n-y-b)} - \exp\left(\frac{S(A'') - S(B'')}{R} - \frac{E(A'') - E(B'')}{RT}\right) = 0 \end{cases} \quad (10)$$

Solution of the system of equations of isotherm (10) for compounds - chromophores of mixed type $A_{n-y} B'_{1-n-x} B''_{x+y} [A_y B'_x B''_{2-x-y}] O_4$, $A_{1-x-y} B'_x B''_y [A_{x+y} B'_{2-2n-x} B''_{2n-y}] O_4$ is made using standard programs. The result is the values of the coefficients x, y, a, b of the distribution of cations A, B between the tetrahedral and octahedral positions of the oxygen framework of the crystal lattice. This allowed to calculate the concentration dependence of the enthalpy, entropy and Gibbs energy of the process of formation of mixed spinel-chromophores in accordance with equations (1-4), if the synthesis of spinel is carried out using oxides of divalent and trivalent metals CoO, MgO, Al_2O_3 та Cr_2O_3 :



Thus, thermodynamic analysis of oxide systems formed by the use of metal oxides for the synthesis of inorganic pigments showed that in the processes of synthesizing firing there is a high probability of formation of spinels of mixed type in which the placement of cations A and B in octagonal cells transition of cations from the tetrahedral to the octahedral position of the crystal lattice of spinel.

The value of Gibbs energies for all spinels of the mixed type given in the work, which can be formed by equations (1-4), acquires a significantly negative value. This suggests that simple spinels $Co[Al]_2O_4$, $Co[Cr]_2O_4$, $Zn[Al]_2O_4$, $Zn[Cr]_2O_4$, $Mg[Al]_2O_4$, $Ni[Cr]_2O_4$, $Zn[Fe]_2O_4$ can mix in different proportions, forming shades of color in the synthesis of blue, green, brown and other pigments.

Литература:

1. Резницкий Л.А. Химическая связь и превращения оксидов. -М.: Изд-во МГУ, 1991.-168с.



2. Резницкий Л.А. Энергии предпочтения ионов и теплоты образования шпинелей / Вестник МГУ, серия 2.-М.: Химия.- 1977.-т.18.-№ 1.-С.66-71.

3. Резницкий Л.А. Энергия предпочтения катионов к октаэдрическим позициям / Изв. АН СССР. Сер Неорг.мат.-лы.- 1976.-т.12.-№ 11.-С.1909-1911.

4. Резницкий Л.А. Энтропии катионных переходов в шпинелях / Неорганические материалы. -1977.-т.13.- № 9.-С.1669-1671.

5. Using principle of isotherma chemical reaction for calculation of distribution of ions in the oxygen frame of the spinel /Suprunchuk V. I., Ivanyuk E. V., Osmuk M. P/ KindleDP Seattle, Washington, USA in conjunction with the «ISE&E» & SWorld: Reviewed and recommended for publication The decision of the Organizing Committee of the conference "ORGANIZATION OF SCIENTIFIC RESEARCH IN MODERN CONDITIONS '2020"CID: US02-049,UDC 08 BBK 94,ISBN979-865-1656-02-8, DOI: 10.30888/979-865-1656-02-8.0/ May 14-15, 2020/ <https://www.sworld.com.ua/konferus02>

References:

1. Reznickiy L.A. Khimicheskaya svyaz i prevrachenie oksidov.- M:Izdatelstvo MGU, 1991.- 198 str.

2. Reznickiy L.A Energii predpochtleniya ionov i teploty obrazovaniya shpineley/ Vesnik MGU, seriya 2, .-M. Khimiya.-1977.-t.18.-№1 .str. 66-71/

3. Reznickiy L.A Energii predpochtleniya kationov k oktaedricheskim poziciyam/ Izv.AN SSSR, ser. Neorg.materialy.-1976.-t12.#11.S1909-1911

4. Reznickiy L.A Entntropii kationikh perekhodov v shpinelyakh/ Neorg.materialy.-1977.-t13.#9.S1669-1671.

5.Using principle of isotherma chemical reaction for calculation of distribution of ions in the oxygen frame of the spinel /Suprunchuk V. I., Ivanyuk E. V., Osmuk M. P/ KindleDP Seattle, Washington, USA in conjunction with the «ISE&E» & SWorld: Reviewed and recommended for publication The decision of the Organizing Committee of the conference "ORGANIZATION OF SCIENTIFIC RESEARCH IN MODERN CONDITIONS '2020"CID: US02-049,UDC 08 BBK 94,ISBN979-865-1656-02-8, DOI: 10.30888/979-865-1656-02-8.0/ May 14-15, 2020/ <https://www.sworld.com.ua/konferus02>

Анотація. В роботі проведено термодинамічне обґрунтування процесів при утворенні шпінелей, як колоьороутворюючих структур пігментів з використанням методу послідовно-паралельних реакцій і поняття енергія та ентропія розупорядкування катіонів із тетра- в октаедричні порожнини оксигенного каркасу шпінелі. Доведено можливість утворення обернених шпінелей-хромофорів при змішуванні простих при розупорядкуванні різноіменних катіонів дво- та різноіменних тривалентних металів на промислові відходи .

Ключові слова: промислові відходи, шпінель, колір пігментів, термодинамічне обґрунтування, енергія Гібса, тетраедричні порожнини, октаедричні порожнини, дво- та тривалентні катіони, тривалентні катіони, розупорядкування.

Стаття відправлена: 06.04.2021 р.

© E.V.Ivanyuk



УДК 504.4.062.2

ANALYSIS OF WORLD EXPERIENCE IN IMPLEMENTING DUAL (DOUBLE) DRINKING WATER SUPPLY SYSTEMS

Krysinska D. O. / Крисінська Д. О.

Lecturer of Department of Ecology/ викладач кафедри екології

ORCID: 0000-0002-3117-6039

Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 68 Desantnykiv, 10, 54000

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,

Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10, 54000

Abstract. The article deals with an urgent practical task. It is a search for new approaches to increasing the level of environmental safety of drinking water supply systems. The author has analyzed the international experience of implementing dual double drinking water supply systems. It has been established that the use of double water piping systems has proven environmental and economic efficiency.

Keywords: environmental safety, drinking water supply, drinking water, service water, dual systems.

Introduction

The ecological efficiency of the use of dual double water supply systems has been proven by their practical use in households in Germany, the USA, China, Malaysia, India, etc. However, in most cases, the dual system refers to the water supply system of the house, which includes in addition to the main water supply network, the second one, through which there is a reuse of the so-called "gray" water, or rainwater for technical needs.

Figures 1 and 2 show simplified diagrams of traditional and dual approach to the organization of water supply.

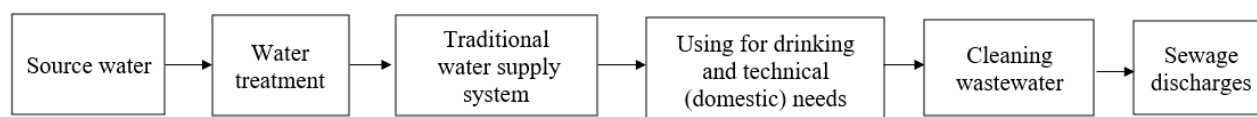


Fig. 1. Simplified diagram of the traditional approach to the organization of water supply

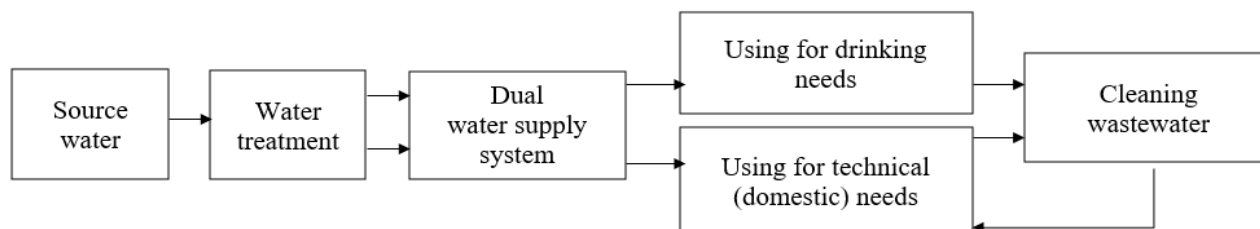


Fig. 2. Simplified diagram of the dual approach to the organization of water supply

Main material

Examples of the introduction of a double dual water supply system, where two separate water supply networks were created at the construction stage – for drinking and service water, are found in the study [1]. The authors analyze the prospect of creating a dual system with a double network of water pipelines in Shanghai. It is



noted that the cost of double water distribution systems varies significantly due to the fact that the process of water purification, treatment power, materials may differ, depending on the initial quality of water, as well as the condition of the water supply network. About 3 million RMB is needed to build a double water distribution system for a residential area with a population of 3,000 families, which is about 2,000 RMB per family.

In China, it is widespread to use two methods of supplying drinking water to consumers. The first method is in barrels, the so-called bottled water, the second one is pipeline, using a double water distribution system.

In China, the first double water distribution system was established in Jinhua, in a residential area of Shanghai's Pudong district back in 1997. Since then, the technologies related to the development of double water supply systems have begun to develop rapidly. In the process of the Chinese experience in the implementation of the idea of double dual water supply systems, many technological problems arose, including the need to expand treatment processes, operational regulation of chemical indicators, sterilization and selection of pipes, etc., however, despite all the nuances, the profitability of this approach was confirmed.

In recent decades, many projects for double water distribution systems for residential areas have been implemented in China. Nowadays many engineering companies provide services for the design and construction of double water distribution systems. It has been proven that the double distribution systems are cost-effective and have high environmental importance for freshwater conservation in China.

Significant experience in the implementation of dual double water supply systems has been introduced in the USA. This can be confirmed by the study [2]. The location of such systems is shown in Figure 3.

There is a well-known experience of the American Virgin Islands and the Caribbean Islands [3], where the water supply in the utility network is carried out by two networks – for drinking and service needs. These are double distribution systems that involve the use of water for water supply from two different sources in two separate distribution networks. The two systems operate independently of each other within the same service area. These double distribution systems are used to supply drinking water through one distribution network and non-drinking service water through another. Service water is used for such purposes as firefighting, sanitary needs (toilets, laundry, washing), street cleaning, irrigation of decorative gardens or lawns. As the experience of these small areas and communities shows, double water distribution systems are economically and environmentally justified. The double systems are designed as two separate pipeline networks: a drinking water distribution system and a service water distribution system (purified or natural seawater).

An important aspect of rational water use is the reuse of treated wastewater as service one for sanitary needs.

The problem of reusing wastewater after its treatment is being dealt with at the state level in the United States of America. In the arid states of Florida and California, a water reuse system has been introduced for industrial, agricultural, and landscape irrigation needs.

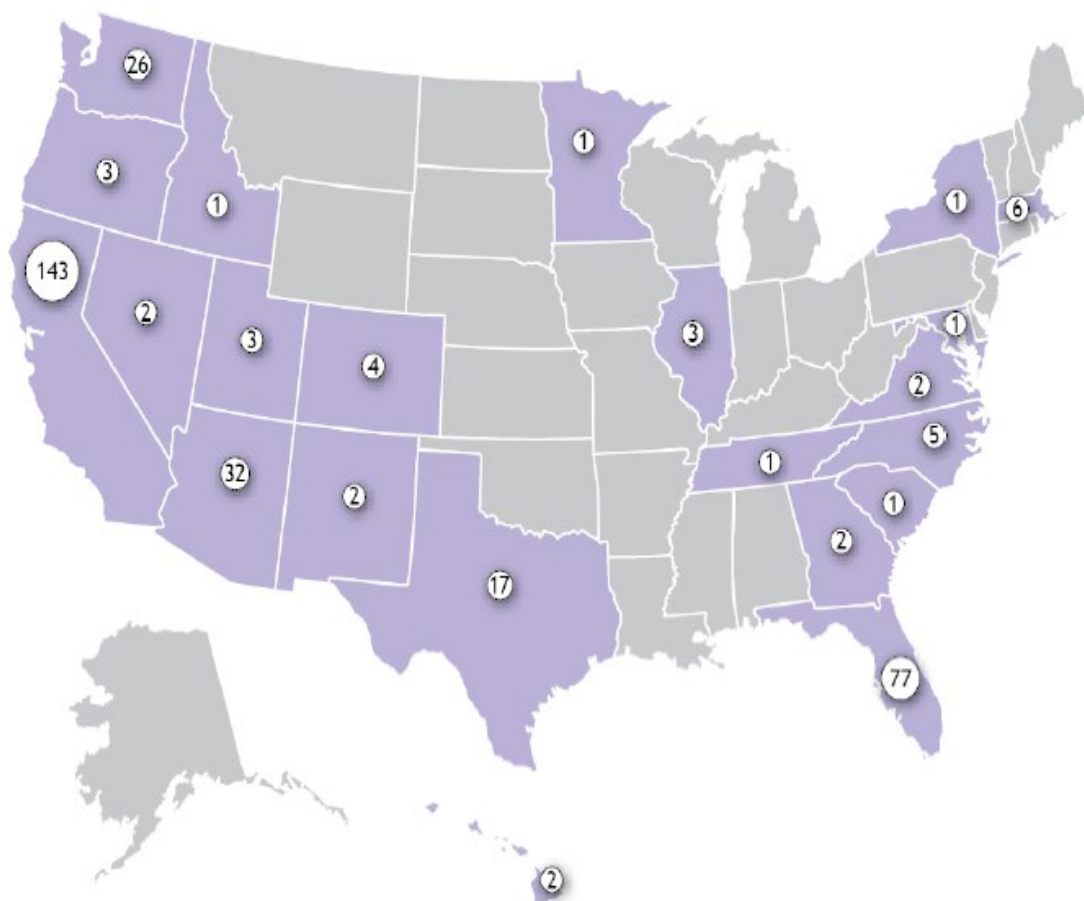


Fig. 3. Location of double dual water supply systems in the USA [2]

One of the oldest double water distribution systems in the USA is located in the Grand Canyon Village, Arizona, where since 1926 treated domestic wastewater has not been discharged into open water, but stored in special tanks for firefighting.

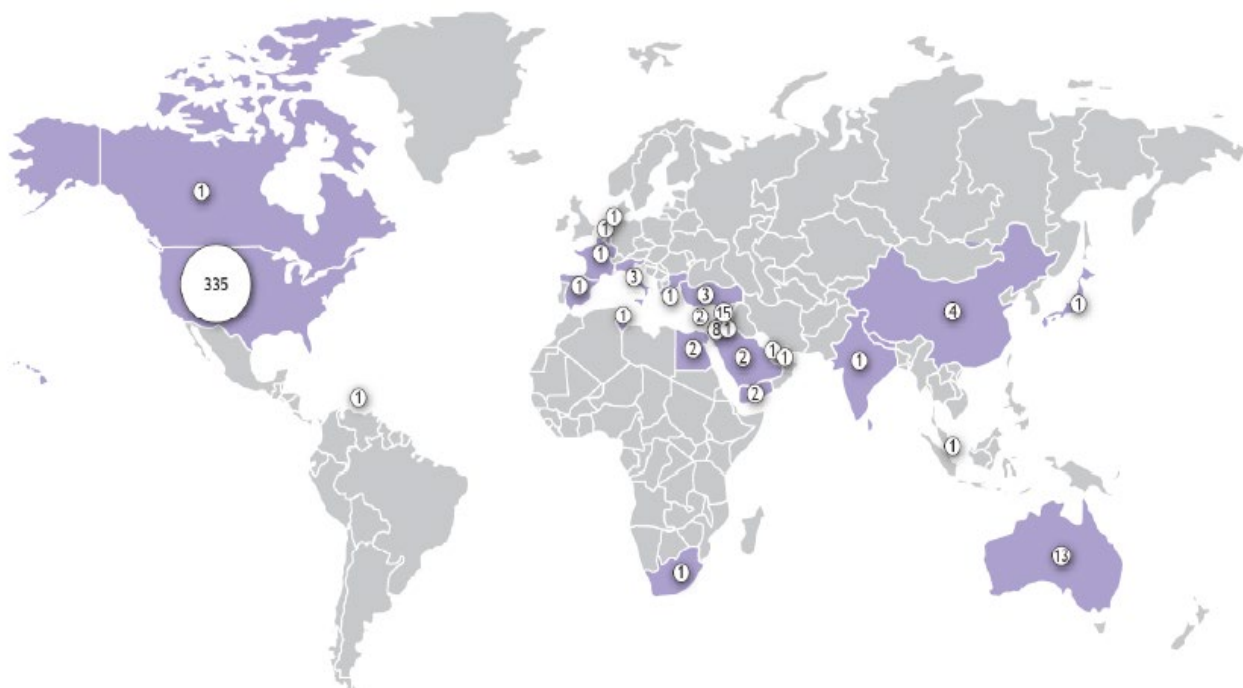


Fig. 4. Geographical location of double dual water supply systems in the world [2]



In the 70s of the twentieth century in the state of Florida in the city of St. Petersburg, the construction of a large-scale system of continuous water reuse began, where now about 40% of total water consumption of the city is secondary, which is used for domestic and sanitary needs in schools, hospitals, as well as for watering lawns, golf courses and filling fire hydrants.

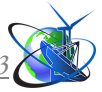
There are examples of reusing domestic wastewater to meet drinking needs. In the Los Angeles area, restored water with a high level of purification has been used to combat South Carolina's drinking water shortage since 1962.

Figure 4 shows the location of double water supply systems on the world map.

Table 1.

List of dual double water supply systems in the world (excluding the USA) [2]

<i>The name of the dual system</i>	<i>City or location</i>	<i>Country</i>
Adelaide	Adelaide	Australia
Bolivar	Suburb of Adelaide	Australia
Brisbane	Brisbane	Australia
Caboolture	Caboolture	Australia
Goulburn Valley	Goulburn Valley	Australia
Gibson Island and Luggage Point WWTP	Suburb of Brisbane	Australia
Mawson Lakes	Suburb of Adelaide	Australia
Melbourne Water	Melbourne	Australia
New Haven	New Haven	Australia
Shoalhaven Heads	Shoalhaven Heads	Australia
Sydney Water/ Rouse Hill	Sydney	Australia
Virginia	Virginia	Australia
Wagga Wagga	Wagga Wagga	Australia
Bahrain	Bahrain	Bahrain
Flanders	Flanders	Belgium
Toronto	Toronto	Canada
Beijing	Beijing	China
Hong Kong	Hong Kong	China
Jinghua Residential Quarter of Pudong District Shanghai	Shanghai	China
Tianjin	Tianjin	China
Larnaca	Larnaca	Cyprus
Limassol	Limassol	Cyprus
Alexandria	Alexandria	Egypt
Cairo	Cairo	Egypt
Paris	Paris	France
Corfu	Corfu	Greece
Amsterdam	Amsterdam	Holland
Bangalore Water Supply and Sewerage Board	Bangalore	India
Afula	Afula	Israel



Beer-Sheva	Beer-Sheva	Israel
Eliat Eliat Israel	Eliat Eliat Israel	Israel
Kibbutz	Kibbutz	Israel
Netania	Netania	Israel
Tel-Aviv	Tel-Aviv	Israel
Haifa	Haifa	Israel
Sicily	Sicily	Italy
Sardinia	Sardinia	Italy
Turin	Turin	Italy
Tokyo Metropolitan Government	Tokyo	Japan
Jeddah	Jeddah	Saudi Arabia
Riyadh	Riyadh	Saudi Arabia
Singapore	Singapore	Singapore
Durban	Durban	South Africa
Consorci de la Costa Brava	Girona	Spain
Adra	Adra	Syria
Aleppo	Aleppo	Syria
Damascus	Damascus	Syria
Dera'a	Dera'a	Syria
Hama	Hama	Syria
Hassakeh	Hassakeh	Syria
Homs	Homs	Syria
Huran al-Awamid	Huran al-Awamid	Syria
Idleb	Idleb	Syria
Lattakia	Lattakia	Syria
Quneitra	Quneitra	Syria
Raqqa	Raqqa	Syria
Ras al-Ain	Ras al-Ain	Syria
Salamiya Syria	Salamiya Syria	Syria
Sweida	Sweida	Syria
La Soukra	La Soukra	Tunisia
Nigde-Bor	Nigde-Bor	Turkey
Konya-Kadinhani	Konya-Kadinhani	Turkey
Merkez	Merkez	Turkey
Sharjah	Sharjah	U.A. Emirates
Aden	Aden	Yemen
Hodiedah	Hodiedah	Yemen

Among the countries shown in Figure 4 and listed in Table 1, we see a clear trend towards the fact that most double dual water supply systems are located in countries where there is already a shortage of fresh water (Australia, Egypt, Syria, Israel, Saudi Arabia, etc.), therefore, since the end of the twentieth century, states have begun to take active measures to solve the problem of supplying drinking water and maintaining its quantity.



Ending and conclusions

Taking into account the above examples of the implementation of double water supply systems, we claim that the issue of changing the structure of fresh water use is one of the main issues of the 21st century. It is urgent to plan and implement changes at the state and regional levels to re-equip existing water supply systems into two distribution networks: for drinking water and separately for service water. It is such changes today that will allow to preserve fresh water in the future and increase the environmental safety of drinking water supply systems.

References:

1. Yang C., Shen Z., Chen H., Zeng G. Dual Water Distribution Systems in China. 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA. 2006. P. 7. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228479391>.
2. Grigg N. S., Rogers P. D., Edmiston S. Dual Water Systems: Characterization and Performance for Distribution of Reclaimed Water. USA. 2013. P. 282. URL: <https://www.waterrf.org/system/files/resource/2019-07/INFR1SG09b-4333.pdf>.
3. Sweeney V., Duplessis P., Smith H. H. Source Book of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean. 1997. URL: <http://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea59e/ch30.htm>.
4. Hickey H. E. Water Supply Systems and Evaluation Methods. 2008. P. 153. URL: https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/water_supply_systems_volume_i.pdf.
5. Types of water reuse in the USA. URL: <http://nas-sites.org/waterreuse/what-is-water-reuse/types-of-water-reuse/>

Анотація. В статті розглядається актуальна практична задача – пошук нових підходів до підвищення рівня екологічної безпеки систем питного водопостачання. Автором проаналізовано міжнародний досвід впровадження дуальних подвійних систем питного водопостачання. Встановлено, що використання подвійних систем водопроводів має підтверджену досвідом екологічну та економічну ефективність.

Ключові слова: екологічна безпека, питне водопостачання, питна вода, технічна вода, дуальні системи.

Науковий керівник: д.т.н., проф. Клименко Л. П.

Стаття підготовлена в рамках виконання науково-дослідної теми «Підвищення рівня екологічної безпеки питного водозабезпечення в Миколаївській області» (№ ДР 0112U005117) кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили.

Стаття відправлена: 10.04.2021

© Крисінська Д. О.



УДК 613.64

AIR POLLUTION IN THE WORKPLACE COFFEE HOUSE OF COFFEE BEAN DUST**ЗАБРУДНЕННЯ ПИЛОМ КАВИ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ У КАВ'ЯРНІ****Volodchenkova N.V. / Володченко Н.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4617-7285

Nakempiy O.K. / Накемпій О.К.*Senior lecturer / старший викладач*

ORCID: 0000-0002-1731-6461

*Technical university «Metinvest polytechnic» LLC, Mariupol, , Sechenova, 71-A, 87524**ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка»,**Маріуполь, Сеченова, 71-А, 87524***Tuz T.S./ Туз Т.С.***Національний університет харчових технологій,**Київ-33, Володимирська, 68, 01601*

Анотація. Каву, як напій, споживають за свої унікальні аромо-смакові властивості та стимулюючу дію. Але поряд з тим певні концентрації хімічних речовин, що входять до складу кави та кава мелена (пил) можуть викликати захворювання, як у працівників, так і у споживачів, які відвідують заклади ресторанного господарства.

У даній роботі наведено результати аналізу стану повітряного середовища робочих місць працівників закладів ресторанного господарства (кав'ярні), які виготовляють каву та напої на основі кави, визначено чинники, що утворюються при технологічному процесі виробництва кави, охарактеризовано ступінь впливу шкідливих речовин на організм людини.

Ключові слова: пил кави, алергени, умови праці, ароматичні речовини

Вступ

Споживають каву різні верстви населення як молодше покоління, так і старші, а також у будь-який час доби: вранці, під час обіду, пізнього вечора. Приємний смак утворюється від процесу обсмажування, після якого, у напої формуються терпкий з гірчинкою присмак та характерні летючі ароматичні сполуки. Кав'ярні

Основною сировиною для виробництва кави є здебільшого два види, які отримали найбільше поширення: Аравійський (C. Arabica) і Робуста (Canephora). Вони являють собою зерна середні за розміром, неоднорідні за величиною і забарвленням, видовжені і злегка роздуті, плоскою і округлої форми. Їх колір може бути різний: від світло-жовтого з зеленуватим відтінком до синювато-зеленого з сірим відтінком.

Результати досліджень

Формування ароматичних компонентів кави відбувається саме під час обсмажування. Зелені кавові зерна не мають кольору та характерного аромату, він утворюється в процесі обсмажування. Обсмажування кави є пірогенетичним процесом, в результаті якого одні речовини руйнуються, інші утворюються знову. У кавових зернах відбуваються значні хімічні зміни. Зерна збільшуються в обсязі, маса їх зменшується в результаті випаровування вологи і розкладання цукрів, клітковини і інших органічних речовин зерен внаслідок



високої температури обсмажування. Цукор, карамелізуючись, утворює карамель – речовину, що надає зернам кави коричневе забарвлення. Від ступеня обсмажування залежить кількісне накопичення карамелі, а отже, і інтенсивність забарвлення зерен [1-4].

Шкідливий вплив кавового пилу було визначено ще в 1950-х роках, коли у працівників почали реєструвати захворювання з респіраторними симптомами, включаючи астму та зміни функції легенів. Уряд Австралії, Інститут охорони здоров'я і соціального забезпечення ідентифікували кавовий пил, як збудника професійного захворювання [5].

Аналіз стадій технологічного процесу, за яких утворюється пил кави та умови при яких ці чинники утворюється, дозволив виділити наступні процеси:

- підготовка кавових зерен, яка передбачає розпакування тари та очищення від домішок. Цей процес проводять вручну;
- пересипання із тари на стіл або до бункеру обжарювальної машини;
- змішування та помел різних сортів кави вручну або автоматично на вальцевих машинах (драбарках);
- приготування напоїв або пакування кави меленої.

При цих стадіях технологічного процесу утворюється пил подразнюючої і сенсibilізуючої дії. У працівників, що виконують такі роботи виникають еритематозні і ринокон'юнктивальні симптоми, спостерігається неспецифічна бронхіальна чутливість та респіраторні симптоми частіше ніж у інших працівників [6].

Подрібнена (змелена) кава за походженням відноситься до промислового органічного нерозчинного пилу рослинного походження. Відповідно пил кави буде відноситися до аерозолів дезінтеграції (утворюються при подрібненні твердих речовин).

Пил кави є нерозчинним тому дослідження проводилося гравіметричним (ваговим) методом. Для проведення досліду, вимірювали запиленість повітря у зоні робочих місць лінії технологічного процесу виготовлення кави та напоїв на основі кави. Даний метод полягає у визначенні маси пилових частинок в одиниці об'єму повітря. Концентрація пилу кави в повітрі визначалася в мг/м^3 .

Дослідження було проведено у теплий та холодний періоди року. Також було враховано показники температури і барометричний тиск у робочій зоні виробничого приміщення, так як зазначені показники впливають на результати вимірювання концентрації пилу та можуть дають похибку при дослідженні. Дослідження проводили гравіметричний способом за допомогою аспіраційної установки. Результати вимірювань та розрахунків наведено в таблиці 1.

За результатами вимірювань кількості пилу кави було визначено, що найбільшого шкідливого впливу на організм зазнають працівники процесів завантаження та розвантаження, очищення та обсмаження кавових зерен. На технологічних процесах, помелу, приготування напоїв та пакування показники кількості пилу мали вдвічі менші показники [8, 9].

Для дослідження форми та будови пилових частинок кави було використано три зразки кави меленої:

зразок №1 "Vehmet Efendi" (виробник: Туреччина);



зразок №2 "Кава зі Львова" (ТМ "Кава зі Львова" виробник: Україна);
зразок №3 "Чорна карта" (ТМ "Штраус Україна" виробник: Україна).

Таблиця 1

**Фактичні рівні кількості пилу кави на робочих місцях працівників
кав'ярні із замкнутим циклом виготовлення**

№	Показники/ Місце контролю запиленості повітря	Розвантаження /завантаження	Очищення	Обсмажування	Помел	Приготування (заварювання)	Пакування
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Об'ємна швидкість протягування повітря, Q, л/хв.	3	3	3	3	3	3
2.	Час протягування запиленого повітря, t, хв.	5	5	5	5	5	5
3.	Температура повітря робочої зони, t ⁰ С	18	18	25	23	21	20
4.	Барометричний тиск, В, мм.рт.ст.	758	761	756	759	762	759
5.	Маса фільтра до протягування запиленого повітря, М ₁ мг	124	123	122,5	122	123,5	123
6.	Маса фільтра після протягування запиленого повітря, М ₂ мг	188,56	180,77	170,34	171,74	157,02	157,89
7.	Об'єм повітря, протягнутого через фільтр при реальних (замірних) значеннях t ⁰ С та P _б , V _t , м ³	14,04	14,09	13,67	13,82	13,97	13,96
8.	Концентрація пилу в повітрі робочої зони, С, мг/м ³	4,6	4,1	3,5	3,6	2,4	2,5
9.	Гранично допустима концентрація пилу, ГДК, мг/м ³	до 6	до 6	до 6	до 6	до 6	до 6

Авторське дослідження

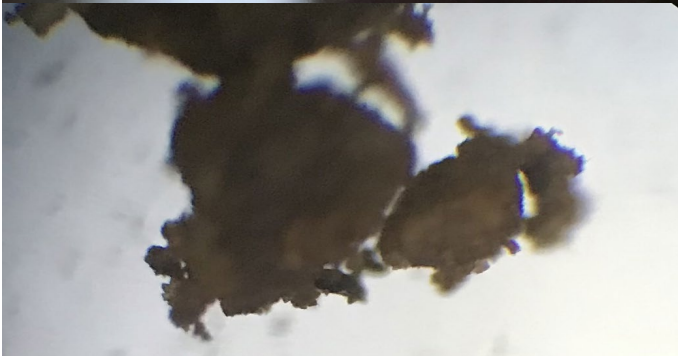


Ступінь дисперсності – дуже важливий показник якості меленої кави, як продукту харчування, бо цей показник сприяє найбільшому розкриттю і отримання смаку і аромату, якими повинен бути притаманний кавовому напою. З точки зору гігієни найбільш небезпечні для людини є частинки розміром менше 10 мкм, так як вони або повільно осідають, або зовсім не осідають і довго знаходяться в зваженому стані у повітрі. Від величини частинок залежить глибина їх проникнення в дихальні шляхи. Великі частинки затримуються у верхніх дихальних шляхах, а дрібні проникають безпосередньо в альвеоли легенів.

При дослідженні під мікроскопом пилових часток зразків у 40-ка кратному збільшенні, було встановлено, що пилові частинки мають колючу форму, з над дрібними пластинами (луска) (рис. 1 (а та б)), а пилові частки дослідного зразка №3 мають напівпрозорі домішки, що не характерні для пилових частинок пилу кави (рис. 1 (в)).



а) Дослідний зразок №1



б) Дослідний зразок №2

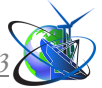


в) Дослідний зразок №3

Рисунок 1 – Пилові частини зразків при 40-кратному збільшенні

Авторське дослідження

Домішки, що присутні у каві меленій дослідного зразка №3 (рис.1 (в)), можуть містити хімічні сполуки і тому становити додаткове навантаження на дихальну систему працівників.



У працівників, що виконують роботи в умовах утворення газопилоповітряних сумішей виникають еритематозні і рінокон'юнктивальні симптоми, спостерігається неспецифічна бронхіальна чутливість та респіраторні симптоми частіше ніж у інших працівників [8, 9].

При цьому у технологічному процесі утворюється дрібні частинки кавового пилу, що змішуються із повітрям і утворюють вибухонебезпечну пилоповітряну суміш, яка при певній концентрації може призвести до надзвичайної ситуації. Враховуючи, що нижня концентраційна границя вибуховості пилу кави становить $43...63 \text{ г/м}^3$, такі умови можуть призвести до різкого збільшення енергії, температури і тиску. В результаті чого може утворитися вибух [9].

Центри контролю та профілактики захворювань (CDC) визначають ризик впливу на робітників кавового пилу, оксиду вуглецю, вуглекислого газу та летких органічних сполук (ЛОС) Діацетила (2,3-бутандіону) та 2,3-пентандіону (ацетил пропіонілу) [1-4].

Пил від кавових зерен є респіраторним подразнювачем з фазою ризику R42 і вважається небезпечною речовиною, як зазначено в затверджених умовах класифікації небезпечних речовин [7]. Це вимагає від усіх, хто займається обробкою кави, вживати всіх можливих заходів для мінімізації ризиків, що виникають в результаті поводження з речовиною.

Результати досліджень впливу газопилоповітряних сумішей на організм людини опубліковано у [2, 4, 8, 9]. За результатами таких досліджень Європейський Союз визнав пил кавових зерен астмогеном та респіраторним сенсibilізатором з маркуванням R42. Так як відповідно до міжнародної класифікації небезпечних речовин [7], речовини з маркуванням R42 відносяться до небезпечних, то і роботи з цими речовинами відносяться до шкідливих умов праці та вимагають додаткових умов безпеки при роботі.

Висновки.

У результаті проведеного дослідження стану повітря на робочих місцях у закладі ресторанного господарства (кав'ярні) з замкнутим циклом виробництва кави було визначено стадії технологічного процесу з найбільшим виділенням пилу кави. Встановлено, що найбільша кількість пилу кави меленої у робочій зоні працівників кав'ярні, утворюється при технологічному процесі з використанням ручної праці.

При мікроскопічному дослідженні пилових частинок було виявлено, що зразки пилу кави мають колючу форму, з над дрібними пластинами, а зразок №3 домішки невідомого походження. Подрібнення збільшує площу поверхні кави, що дозволяє підвищити газоподібні сполуки, включаючи діацетил, 2,3-пентандіон, оксид вуглецю та вуглекислий газ та збільшує проникність до організму людини через дихальні шляхи.

З'ясовано, що пил кави, навіть в незначній кількості, викликає серйозні порушення здоров'я працівників, а також негативно впливає на обладнання.

Література:

1. Герасимов Д.В. Совершенствование технологии экстрагирования



биологически активных веществ при производстве кофе натурального растворимого с применением ультразвука: автореф. дис. ...канд.техн. наук: 05.18.07, С.-Петерб. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - Санкт-Петербург, 2015. - 15 с.

2. Oldenburg M. Health risks due to coffee dust/ M. Oldenburg, C. Bittner, X. Baur // Chest. August 2009., Volume 136, Issue 2, Pages 536–544.

3. Zuskin E, Valic F, Skurie Z. (1985) Respiratory impairment in coffee factory workers in the Asaro Valley of Papua New Guinea. British Journal of Industrial Medicine 1 985;42:495-498.

4. Thomas et al (1991). Factors relating to the development of respiratory symptoms in coffee process workers. British Journal of Industrial Medicine 1991;48:314-322.

5. Gray Q, Tefera A, Tefera T. (2013)Ethiopia: coffee annual report. Gain Report No. ET 1302.

6. Approved Criteria for Classifying Hazardous Substances [NOHSC: 1008 (2004)]. Электронный ресурс. – Режим доступа:

<https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/approved-criteria-classifying-hazardous-substances-nohsc-1008-2004>

7. Hazardous Substances (Classification) Regulations 2001. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.legislation.govt.nz/regulation/public/2001/0113/latest/whole.html>

8. Oldenburg, et al (2009). Health Risks Due to Coffee Dust. CHEST 2009; 136:536–544.

9. Carl Strautins. Coffee Bean Dust Электронный ресурс.–Режим доступа: <http://www.safeenvironments.com.au/coffee-bean-dust/>

References:

1. Gerasimov D.V. Sovershenstvovanie tekhnologii e`kstragirovaniya biologicheski aktivny`kh veshhestv pri proizvodstve kofe natural`nogo rastvorimogo s primeneniem ul`trazvuka: avtoref. dis. ...kand.tekhn. nauk: 05.18.07, S.-Peterb. nacz. issled. un-t inform. tekhnologij, mekhaniki i optiki. - Sankt-Peterburg, 2015. - 15 s.

2. Oldenburg M. Health risks due to coffee dust/ M. Oldenburg, C. Bittner, X. Baur // Chest. August 2009., Volume 136, Issue 2, Pages 536–544.

3. Zuskin E, Valic F, Skurie Z. (1985) Respiratory impairment in coffee factory workers in the Asaro Valley of Papua New Guinea. British Journal of Industrial Medicine 1 985;42:495-498.

4. Thomas et al (1991). Factors relating to the development of respiratory symptoms in coffee process workers. British Journal of Industrial Medicine 1991;48:314-322.

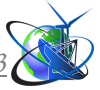
5. Gray Q, Tefera A, Tefera T. (2013)Ethiopia: coffee annual report. Gain Report No. ET 1302.

6. Approved Criteria for Classifying Hazardous Substances [NOHSC: 1008 (2004)]. Elektronnij resurs. – Rezhim dostupu: <https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/approved-criteria-classifying-hazardous-substances-nohsc-1008-2004>

7. Hazardous Substances (Classification) Regulations 2001. Elektronnij resurs. – Rezhim dostupu: <http://www.legislation.govt.nz/regulation/public/2001/0113/latest/whole.html>

8. Oldenburg, et al (2009). Health Risks Due to Coffee Dust. CHEST 2009; 136:536–544.

9. Carl Strautins. Coffee Bean Dust Elektronnij resurs.–Rezhim dostupu: <http://www.safeenvironments.com.au/coffee-bean-dust/>



Abstract. Coffee, as a drink to consume for its unique aroma, flavor and stimulating effect. But at the same time, certain concentrations of chemicals that make up coffee and ground coffee (dust) can cause illness, both among workers and among consumers visiting restaurants.

This paper presents the results of the analysis of air pollution workplaces employees of the restaurant industry (coffee) that make coffee and beverages with coffee, Factors formed during the process of production of coffee described the degree of influence of harmful substances on the human body.

Microscopic examination of the dust particles revealed that the coffee dust samples have a prickly shape, with small plates above, and the sample No. 3 is an impurity of unknown origin.

Key words: coffee dust, allergens. working conditions, aromatic substances.

Стаття відправлена: 10.04.2021 р.

© Н.В. Володченко, О.К. Накемпій, Т.С. Туз



УДК 622.2.05

**ABOUT STRESS-STRAIN ANALYSIS OF ROCK REINFORCEMENT
IN THE UNEVEN STRESS FIELD****О РАСЧЕТЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
АРМОПОРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК В ПОЛЕ НЕРАВНОКОМПОНЕНТНЫХ
НАПРЯЖЕНИЙ****Тупуна S.V. / Тынына С.В***c.t.s., as.prof. / к.т.н., с.н.с.**Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov
of National Academy of Sciences of Ukraine,
49005, Dnipro, Simferopolska Str., 2a, Ukraine*

Abstract. *A method of solution of the two-dimensional task to determine the stress-strain behavior of a rock mass is developed. Dependences of tangential stress distribution in the rock reinforcement at various values of relative thickness h/a (h – reinforcement thickness, a – is an internal radius of reinforcement casing) are obtained. The influence of the reinforcement thickness on the distribution of tangential stresses is established and the results of their numerical calculations are given.*

Key words: *Rock Reinforcement, uneven Stress Field, rock mass surrounding, casing, excavation damaged zone (EDZ), underground excavation, zone of crushing, lateral pressure coefficient, resistance of rock-concrete casing.*

Introduction.

Currently, with a large volume of parallel mining operations (construction of tunnels, underground and mining structures, etc.), first of all, the attention is focused on determining the state of rock mass surrounding. That defines safety of mining operations and their quality.

The rock mass surrounding is in a stressed-deformed state under the influence of an uneven stress field. The determination of this state is an important task in the investigation of the casings that are created by tamponing the excavation damaged zone (EDZ) and are in the zone of its impact.

Analysis of references.

Among the modern methods for calculating the parameters of the stressed-deformed state of underground excavation should be noticed: theoretical modeling, numerical and empirical, as well as combined models.

Theoretical models are based on the use of the laws of Hoek-Brown [1], Norton [2], Mohr-Coulomb [3] and others. The papers [4-6] present theoretical calculations of rock mass state based on the criteria of Hoek-Brown, Norton and Mohr-Coulomb. These criteria are used in the numerical modelling.

Numerical modeling is based on integral methods: FEM (Finite Element Methode), FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua) and UDEC (Universal Distinct Element Code). These methods are realized in different computer software complexes, such as: MIDAS (Midas Information Technology Co., Ltd., Seongnam), GTS (Melbourne, Australia), FLAC3D (Itasca Consulting Group, Inc., Minneapolis, MN, USA), Phase 2, RS2 (Rocscience Program) and others. At the same time, the described programs can use different classification systems of rocks: GSI (Geological Strength Index), GRM (Geomechanics Rock Mass), CMRR (Coal Mine Roof



Rating), Protodyakonov, etc., taking into account the types of performed mining activities. The studies [7 - 13] analyze the results of numerical modeling of underground excavation on the basis of the preceding programs for different mining and geological conditions of the rock mass.

Empirical mathematical models are based on regression-statistical analysis of experimental data. As a rule, these models are used to prognosticate the stressed-deformed state of the underground excavation, as well as to clarify the foregoing calculation methods. The stress prognostication in the zone of crushing the underground excavation with the use of empirical as well as combined (empirical and digital) methods is described in works [14 - 16].

The above-mentioned methods of determining the parameters of the stress-strain state of the rock masses consider the masses separately without taking into account the rock reinforcement parameters, and also do not take into account the influence of reinforcement thickness on the stress distribution in their impact zone.

The modern calculation methods, as a rule, are based on the use of FEM-analysis, which is used to solve tasks with predetermined initial conditions. This made it possible to consider the rock reinforcement as part of the mass. As a result of FEM-analysis, particular solutions to a concrete task are obtained. To determine the state of the rock mass and casing parameters, it is necessary to make a number of particular calculations, which requires additional time and resources.

The proposed methodology in this paper provides for the possibility to prognosticate the stresses in the rock mass taking into account the influence of the rock reinforcement, and also shows the dependencies of the stresses on the casing thickness. The methodology has been practically tested for the calculation of the state of rock masses in the mine Torretskugol Central Production Association (Ukraine) and the mine Zasyadko (Ukraine).

Tasks.

The stress-strain state of the reinforced excavation circuit was investigated within the framework of solving a one-dimensional task of mechanical deformation the solid body [17 - 19]. At the same time, the analytical dependences of the value of the resistance of rock-concrete casing were obtained taking into account the elastic and inelastic properties of the rock mass, its extreme deformation, the residual tensions and the radius of the destruction zone.

Let's consider the solution of solving the task about the stress-strain state of the rock reinforced casing, obtained as a result of tamponing the excavation damaged zone within the two-dimensional task.

In the real conditions of the mining rock mass we have an uneven initial stresses, when the horizontal component of the rock pressure often exceeds the vertical component (Fig. 1): $\lambda_2 > \lambda_1$.

Fig 1 shows: λ_1 is a coefficient that takes into account changes in vertical pressure depending on the specific mining and geological conditions [-]; λ_2 is a lateral pressure coefficient [-]; γ is the average bulk force of the overlying strata [$\text{N} \cdot \text{m}^{-3}$]; H is the burial depth of the excavation [m]; X and Y are coordinate axes; a is an internal radius of reinforcement casing [m]; c is an external radius of reinforcement casing [m]; θ is an angle [rad].

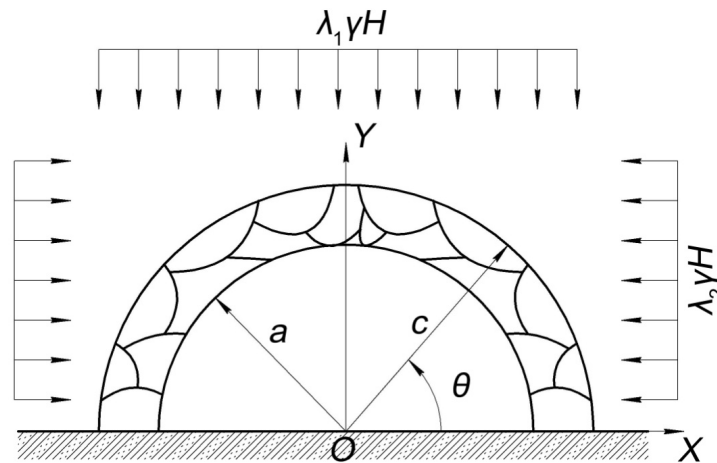


Fig. 1 - Stress diagram on the contact surface of the reinforcement rock casings

Assuming that after the estimated period of time, a reinforced zone is created in the contour zone of the excavation as a result of tamping operations in the form of an extended semi-cylinder of constant thickness, supported by an absolutely hard rock base. It should be emphasized that during the monolithing of the excavation contour with cement filling mixture the continuity of the excavation contour zone is ensured.

The task is to determine the optimum parameters of the reinforcement casings in order to ensure the stability of mining excavation. Taking into account the large length of the excavation, the solving of task can be considered as part of the two-dimensional task of mechanics of the deformed solid body. The calculation scheme is represented in the form of a half ring that is based on a solid base (Fig. 1).

The inner surface of the half ring $\bar{r} = a$ is unloaded. The vertical $\lambda_1\gamma H$ and horizontal $\lambda_2\gamma H$ pressures are applied to the upper surface. The physical and mechanical properties of the reinforcement casing will be characterised by the ratios of the isotropic linear-elastic body [20].

For the analysis it is used analytical expressions of the Hoek-Brown law and equilibrium equations in the polar coordinate system (Fig. 1): $\bar{r}\theta$; $x = \bar{r} \cos \theta$; $y = \bar{r} \sin \theta$.

According to Hoek-Brown law [21] are:

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= \frac{E}{(1-\nu^2)c} \left[\frac{\partial U_r}{\partial r} + \nu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U_\theta}{\partial \theta} + \frac{U_r}{r} \right) \right]; \\ \sigma_{\theta\theta} &= \frac{E}{(1-\nu^2)c} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial U_\theta}{\partial r} + \frac{U_r}{r} + \nu \frac{\partial U_r}{\partial r} \right]; \\ \sigma_{r\theta} &= \frac{E}{2(1+\nu)c} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial U_r}{\partial \theta} + \frac{\partial U_\theta}{\partial r} - \frac{U_\theta}{r} \right].\end{aligned}\quad (1)$$

In formulas (1) are given: $r = \bar{r}c^{-1}$ is a zone radius [m]; E is a Young's module [Pa]; ν is a Poisson's coefficient [-]; σ_{rr} and $\sigma_{\theta\theta}$ are radial and tangential stresses [Pa]; $\sigma_{r\theta}$ is a shear stress [Pa]; U_r is a displacement in the direction of coordinates $\bar{r}$ [m]; U_θ is a displacement in the direction of coordinates θ [m].

The equilibrium equations will be written in the components of the displacement vector U_r and U_θ :



$$\begin{aligned} &\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{r^2} + \frac{1-\nu}{2r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}\right)U_r + \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1-\nu}{2r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{3-\nu}{2r^2}\right)U_\theta = 0; \\ &\frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1+\nu}{1-\nu} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{3-\nu}{1-\nu} \frac{1}{r^2}\right)U_r + \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} + \frac{2}{1-\nu} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}\right)U_\theta = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

The boundary conditions are given in the form (3):

$$\begin{aligned} &\text{at } \bar{r} = c: & \text{at } \bar{r} = a: \\ &\begin{cases} \sigma_{rr} = -\gamma H[\lambda_1 \sin^2 \theta + \lambda_2 \cos^2 \theta] \\ 0 \leq \theta \leq \pi \\ \sigma_{r\theta} = -\gamma H[\lambda_1 - \lambda_2] \sin \theta \cos \theta \end{cases} & \begin{cases} \sigma_{rr} = \sigma_{r\theta} = 0 \\ 0 \leq \theta \leq \pi \end{cases}. \end{aligned} \quad (3)$$

To fulfil the boundary conditions (3), the solution of equilibrium equations (2) with corresponding functional arbitrariness should be found.

Solving of equilibrium equation.

The equilibrium equations (2) are a 2-order system of differential equations with variable coefficients. Substituting variables $r = e^t$ [22] (where $t = \ln r$), the equation (2) brings to equations with constant coefficients:

$$\begin{cases} \left[-\frac{\partial^2}{\partial t^2} - 1 + \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}\right]U_r + \frac{\partial}{\partial \theta} \left[\frac{1+\nu}{2} \frac{\partial}{\partial t} - \frac{3-\nu}{2}\right]U_\theta = 0 \\ \frac{\partial}{\partial \theta} \left[\frac{1+\nu}{1-\nu} \frac{\partial}{\partial t} + \frac{3-\nu}{1-\nu}\right]U_r + \left[\frac{\partial^2}{\partial t^2} - 1 + \frac{2}{1-\nu} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}\right]U_\theta = 0 \end{cases}. \quad (4)$$

The solution of the equation system (4) is found in the form:

$$\begin{aligned} U_r &= \phi \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - 1 + \frac{2}{1-\nu} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right); \\ U_\theta &= -\frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1+\nu}{1-\nu} \frac{\partial}{\partial t} + \frac{3-\nu}{1-\nu} \right) \phi, \end{aligned} \quad (5)$$

where ϕ is a random function of arguments t and θ , which is continuous together with its derivatives up to and including the second order.

By substituting the expression (5) in equation (4), we obtain

$$\left(\frac{\partial^4}{\partial t^4} - (2 - 2 \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}) \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^4}{\partial t^4} + 2 \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + 1 \right) \phi = 0. \quad (6)$$

The solution of the differential equation in the partial derivatives (6) is searched by the Fourier method. Taking into account the properties of trigonometric functions in conditions (3): $\cos^2 \theta = 2^{-1}(1 + \cos 2\theta)$ and $\sin^2 \theta = 2^{-1}(1 - \cos 2\theta)$, we assume that

$$\phi(t, \theta) = \phi_1(t) + \phi_2(t) \cos 2\theta. \quad (7)$$

Taking into account equation (7), equation (6) is obtained by two biharmonic equations:

$$\begin{aligned} &\left(\frac{\partial^4}{\partial t^4} - 2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} + 1 \right) \phi_1 = 0; \\ &\left(\frac{\partial^4}{\partial t^4} - 10 \frac{\partial^2}{\partial t^2} + 9 \right) \phi_2 = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

The solution of equations (8) can be expressed in a form:



$$\begin{aligned}\varphi_1 &= A_0 e^t + B_0 e^{-t} + C_0 t e^t + D_0 t e^{-t}; \\ \varphi_2 &= C_1 e^{3t} + C_2 e^{-3t} + C_3 e^t + C_4 e^{-t}.\end{aligned}\quad (9)$$

where A_0, B_0, C_0, D_0, C_j ($j = 1, 2, 3, 4$) are random variables.

Substituting the functions ϕ_1 and ϕ_2 in dependence of (5) and (1), we obtain analytical dependencies for the component of the displacement vector and stress tensor:

$$\begin{aligned}U_r &= 2C_0 e^t - 2D_0 e^{-t} - [-\nu_7 C_1 e^{3t} + \nu_7 C_2 e^{-3t} + \nu_8 C_3 e^t + \nu_8 C_4 e^{-t}] \cos 2\theta; \\ U_\theta &= [\nu_9 C_1 e^{3t} - \nu_9 C_2 e^{-3t} + \nu_7 C_3 e^t + 4C_4 e^{-t}] \sin 2\theta; \\ \nu_7 &= 8\nu(1-\nu)^{-1}; \quad \nu_8 = 8\nu(1-\nu)^{-1}; \quad \nu_9 = 4(3+\nu)(1-\nu)^{-1}.\end{aligned}\quad (10)$$

$$\begin{aligned}\sigma_{rr} &= \frac{E}{(1-\nu^2)c} \left\{ 2(1+\nu)C_0 + 2(1-\nu)D_0 e^{-2t} + (24\nu C_2 e^{-4t} - 8C_3 + \nu_1 C_4 e^{-2t}) \cos 2\theta \right\}; \\ \sigma_{\theta\theta} &= \frac{E}{(1-\nu^2)c} \left\{ 2(1+\nu)C_0 + 2(1-\nu)D_0 e^{-2t} + (\nu_2 C_1 e^{2t} - 24\nu C_2 e^{-4t} - 8C_3) \cos 2\theta \right\}; \\ \sigma_{r\theta} &= \frac{E}{(1+\nu)c} [\nu_3 C_1 e^{2t} + \nu_5 C_2 e^{-4t} + \nu_4 C_4 e^{-2t}] \sin 2\theta;\end{aligned}\quad (11)$$

$$\begin{aligned}\nu_1 &= 8(1+\nu); \quad \nu_2 = 24(1+\nu); \quad \nu_3 = 24(1+\nu)(1-\nu)^{-1}; \quad \nu_4 = 8(1+\nu)(1-\nu)^{-1}; \\ \nu_5 &= 48\nu(1-\nu)^{-1}; \quad \nu_6 = 16(1-\nu)^{-1}.\end{aligned}$$

The random constants in formulas (10) and (11) are found while satisfying the boundary conditions (3).

Substituting the expressions σ_{rr} and $\sigma_{r\theta}$ in the formula (3), we get two linear algebraic equation systems to determine random constants:

$$\begin{cases} 2(1+\nu)C_0 + 2(1-\nu)D_0 \alpha_0^{-2} = 0 \\ 2(1+\nu)C_0 + 2(1-\nu)D_0 = -\gamma_{01} \end{cases}, \quad \alpha_0 = ac^{-1}; \quad \gamma_{01} = c\gamma H(1-\nu^2)(\lambda_2 + \lambda_1)/2E.\quad (12)$$

$$\begin{cases} 24\nu C_2 \alpha_0^{-4} - 8C_3 + \nu_1 C_4 \alpha_0^{-2} = 0 \\ \nu C_1 \alpha_0^2 + \nu_5 C_2 \alpha_0^{-4} + \nu_6 C_3 + \nu_4 C_4 \alpha_0^{-2} = 0 \\ 24\nu C_2 - 8C_3 + \nu_1 C_4 = \gamma_{02} \\ \nu_3 C_1 + \nu_5 C_2 + \nu_6 C_3 + \nu_4 C_4 = \gamma_{03}, \end{cases}\quad (13)$$

$$\gamma_{02} = c\gamma H \frac{1-\nu^2}{2E} (\lambda_1 - \lambda_2); \quad \gamma_{03} = c\gamma H \frac{1+\nu}{E} (\lambda_2 - \lambda_1).$$

By solving the systems of equations (12) and (13), we obtain:

$$\begin{aligned}D_0 &= \alpha_0^2 \gamma_{01} [2(1-\nu)(1-\alpha_0^2)]^{-1}; \quad C_0 = -\gamma_{01} [2(1-\nu)(1-\alpha_0^2)]^{-1}; \quad C_1 = \gamma_{03} \nu_{15} + \gamma_{02} \nu_{16}; \\ C_2 &= \gamma_{03} \frac{\alpha_0^2}{\nu_{10}} - \gamma_{02} \frac{\nu_{11}}{\nu_{10}}; \quad C_3 = \gamma_{02} \nu_{12} - 3\nu \frac{\gamma_{03}}{\nu_{10}}; \quad C_4 = \gamma_{02} \nu_{13} + \gamma_{03} \nu_{14}.\end{aligned}\quad (14)$$

In formulas (14) are:

$$\begin{aligned}\nu_{10} &= \nu_5 (\alpha_0^2 - \alpha_0^4) - 3\nu \alpha_0^{-2} (\alpha_0^2 - 1) \nu_6 - 24\nu (1 + \alpha_0^{-2}) (\alpha_0^2 - \alpha_0^{-2}) \frac{\nu_4}{\nu_1}; \\ \nu_{11} &= [8\nu_4 (\alpha_0^2 - \alpha_0^{-2}) - \nu_6 \alpha_0^{-2} (1 - \alpha_0^{-2}) \nu_1] [8\nu_1 (1 - \alpha_0^{-2})]^{-1};\end{aligned}\quad (15)$$



$$\nu_{12} = \alpha_0^{-2} \left[\nu_{10} + 24(1 - \alpha_0^{-2})\nu_{11} \right] \left[8\nu_{10}(1 - \alpha_0^{-2}) \right]^{-1};$$

$$\nu_{13} = \left[24\nu(1 - \alpha_0^{-4})\nu_{11} + \nu_{10} \right] \left[\nu_1(1 - \alpha_0^{-2})\nu_{10} \right]^{-1};$$

$$\nu_{14} = 24\nu(1 + \alpha_0^{-2})\alpha_0^2(\nu_1\nu_{10})^{-1};$$

$$\nu_{15} = \left[\nu_{10} - \alpha_0^2\nu_5 + 3\nu\nu_6 + \nu_4\nu_{14}\nu_{10} \right] (\nu_3\nu_{10})^{-1}; \quad \nu_{16} = \left[\nu_5\nu_{11} - \nu_6\nu_2\nu_{10} - \nu_4\nu_{13}\nu_{10} \right] (\nu_3\nu_{10})^{-1}.$$

By adding the expressions of random constants (14) to the formulas (10) and (11), we obtain the analytical dependences that describe the stress-strain state of the reinforcement casing:

$$U_r = \frac{c\gamma H}{E} \left[\alpha_{11}^{(0)} e^t - \alpha_{12}^{(0)} e^{-t} - (b_{11}e^{3t} + b_{12}e^{-3t} + b_{13}e^t + b_{14}e^{-t}) \cos 2\theta \right];$$

$$U_\theta = \frac{c\gamma H}{E} (b_{21}e^{3t} - b_{22}e^{-3t} + b_{23}e^t + b_{24}e^{-t}) \sin 2\theta; \quad (16)$$

$$\sigma_{rr} = \gamma H \left[\alpha_{21}^{(0)} + \alpha_{22}^{(0)} e^{-2t} + (b_{32}e^{-4t} - b_{33} + b_{34}e^{-2t}) \cos 2\theta \right];$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \gamma H \left[\alpha_{31}^{(0)} - \alpha_{32}^{(0)} e^{-2t} + (b_{41}e^{2t} - b_{42}e^{-4t} - b_{43}) \cos 2\theta \right]; \quad (17)$$

$$\sigma_{r\theta} = \gamma H (b_{51}e^{2t} + b_{52}e^{-4t} + b_{53} + b_{54}e^{-2t}) \sin 2\theta.$$

In the formulas (16) and (17) it is indicated:

$$\alpha_{11}^{(0)} = -(1 - \nu^2)(\lambda_1 + \lambda_2); \quad \alpha_{12}^{(0)} = \alpha_0^2(1 - \nu^2)(\lambda_1 + \lambda_2); \quad \alpha_{21}^{(0)} = (1 + \nu)(\lambda_1 + \lambda_2);$$

$$\alpha_{22}^{(0)} = (1 - \nu)\alpha_0^2(\lambda_1 + \lambda_2); \quad \alpha_{31}^{(0)} = -(1 + \nu)(\lambda_1 + \lambda_2); \quad \alpha_{32}^{(0)} = -(1 - \nu)\alpha_0^2(\lambda_1 + \lambda_2);$$

$$b_{11} = (1 - \nu^2)(\lambda_1 - \lambda_2) \left[(1 + \nu)(1 - \nu^2)\nu_{15} - \nu_{16} / \nu_2 \right] \nu_7;$$

$$b_{12} = (1 - \nu^2)(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\alpha_0^2(1 + \nu)(1 - \nu^2) + \nu_{11} / \nu_2 \right] \nu_{10};$$

$$b_{13} = \left[3\nu(1 + \nu)(1 - \nu^2) / \nu_{10} + \nu_{12} / \nu_2 \right] (1 - \nu^2)(\lambda_2 - \lambda_1) \nu_8;$$

$$b_{14} = (1 - \nu^2)(\lambda_2 - \lambda_1) \left[\nu_{13} / \nu_2 - (1 + \nu)(1 - \nu^2)\nu_{14} \right] \nu_8;$$

$$b_{21} = (1 - \nu^2)(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{16} / \nu_2 - (1 + \nu)(1 - \nu^2)\nu_{15} \right] \nu_9;$$

$$b_{22} = (1 - \nu^2)(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\alpha_0^2(1 + \nu)(1 - \nu^2) + \nu_{11} / \nu_2 \right] \nu_{10};$$

$$b_{23} = (1 - \nu^2)(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{12} / \nu_2 + 3\nu(1 + \nu)(1 - \nu^2) / \nu_{10} \right] \nu_7;$$

$$b_{24} = 2(1 - \nu^2)(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{13} - 3(1 + \nu)(1 - \nu^2)\nu_{14} \right];$$

$$b_{31} = 0; \quad b_{32} = 12\nu(\lambda_1 - \lambda_2) \left[2\alpha_0^2(1 + \nu)(1 - \nu^2) + \nu_{11} \right] / \nu_{10};$$

$$b_{33} = 4(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{12} + 6\nu(1 + \nu)(1 - \nu^2) / \nu_{10} \right]; \quad b_{34} = \nu_1(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{13} / \nu_2 - (1 + \nu)(1 - \nu^2)\nu_{14} \right];$$

$$b_{41} = \nu_2(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{16} / \nu_2 - (1 + \nu)(1 - \nu^2)\nu_{15} \right]; \quad b_{42} = 12\nu(\lambda_1 - \lambda_2) \left[2\alpha_0^2(1 + \nu)(1 - \nu^2) + \nu_{11} \right] / \nu_{10};$$

$$b_{43} = 4(\lambda_1 - \lambda_2) \left[\nu_{12} + 6\nu(1 + \nu)(1 - \nu^2) / \nu_{10} \right]; \quad b_{44} = 0.$$

Due to the symmetry of loading in the zone of $0 \leq \theta \leq \pi/2$, $\alpha \leq \bar{r} \leq c$ the influence of physical and mechanical properties and thickness of the reinforcement casing on their character of the stress-strain state should be determine.

Numerical calculations of the various components of the stress field were carried out for Poisson's coefficient values $\nu = 0.18; 0.2; 0.22$ and $\lambda_1 = 1.0$ at different values of the lateral pressure coefficient of the reinforcement casing thickness.



Figure 2 shows the distribution of shear stresses $\sigma_{r\theta}^* = \sigma_{r\theta}^* / \gamma H$ in the central surface of the reinforcement casings $h/2$ (h is the thickness of the reinforcement casing) at different values of the ratios h/α .

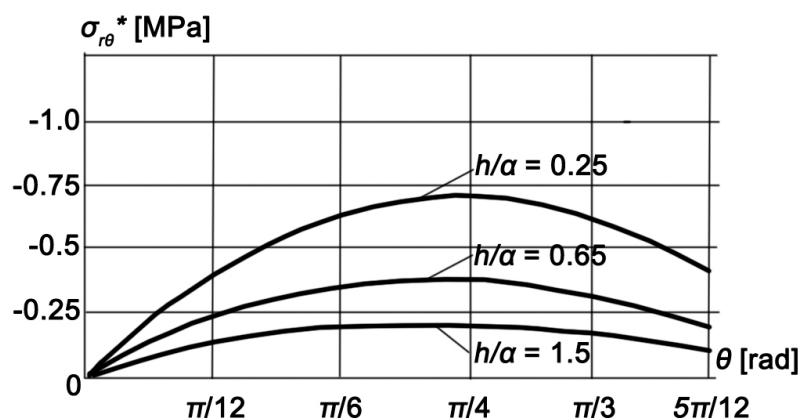
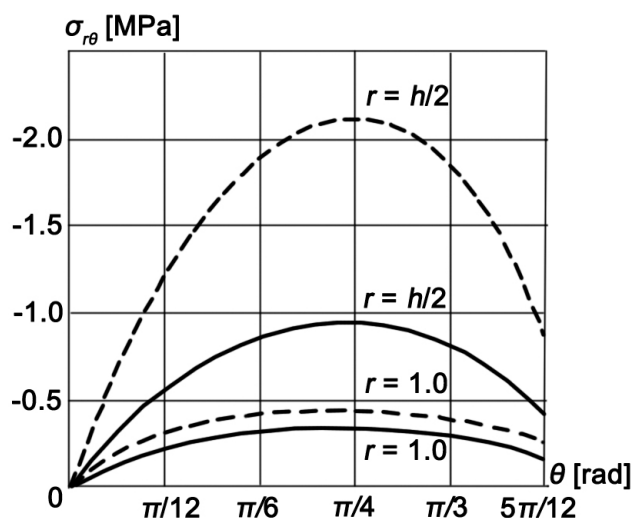


Figure 2 – Influence of reinforcement casings thickness on shear stress distribution

From the dependencies (Fig. 2), it follows that with an increasing h/α ratio of 0.25 to 1.5, the maximum values of the shear stresses (cross section $\theta = \pi/4$) at $h/\alpha = 0.6$ and $h/\alpha = 1.5$ are decreased by a factor of 2 and 3, compared with the values of $\sigma_{r\theta}$ (at $h/\alpha = 0.25$), accordingly.

The calculation results have also established that the increase in the lateral pressure coefficient λ_2 , which varies from 0.4 to 0.8, results to an increase in shear stresses on the surfaces of the reinforcement casing (Fig. 3). The zone of the highest concentration of shear stresses is located in the sections $\theta = \pi/4$.



(solid lines – top zone, dashed lines - middle zone of the reinforcement casing)

Figure 3 – Dependencies of shear stress on lateral pressure coefficient

The results of numerical calculations of radial $\sigma_{rr}^* = \sigma_{rr}^* / \gamma H$ and tangential $\sigma_{\theta\theta}^* = \sigma_{\theta\theta}^* / \gamma H$ stresses distribution at the value of lateral pressure coefficient $\lambda_2 = 0.8$ are given in table 1.

As it follows from the table 1, with the increase of the reinforcement casing thickness, a decrease of the tangential stresses $\sigma_{\theta\theta}$ is observed, which significantly



exceed the radial stresses σ_{rr} . The influence of the changing Poisson's coefficient in the range from 0.18 to 0.22 on the stress-strain zone parameters is insignificant.

Table 1

Distribution of radial σ_{rr} and tangential $\sigma_{\theta\theta}$ stresses in casing sections

$h/2$		θ	0	$\pi/12$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$5\pi/12$
		r						
σ_{rr}^*	0.6	1.0	-1.0	-0.99	-0.95	-0.9	-0.85	-0.81
		$h/2$	-0.55	-0.56	-0.58	-0.6	-0.65	-0.68
	1.5	1.0	-1.0	-0.99	-0.95	-0.9	-0.85	-0.81
		$h/2$	-0.74	-0.73	-0.73	-0.72	-0.71	-0.71
$\sigma_{\theta\theta}^*$	0.6	1.0	-2.64	-2.54	-2.28	-1.19	-1.55	-0.28
		$h/2$	-2.34	-2.30	-2.19	-2.03	-1.88	-1.76
	1.5	1.0	-1.34	-1.33	-1.24	-1.24	-1.19	-0.16
		$h/2$	-1.3	-1.3	-1.32	-1.34	-1.36	-1.38

The above results of calculations allow us to estimate the character of the stress field within the framework of the accepted model. The diagrams on the fig. 4 characterize the dependencies of radial contour displacements of the reinforcement casing U_r^* depending on its thickness h .

At the increase of the thickness of the reinforced rock casing (Fig. 4), the curves characterizing radial displacements of the excavation contour become more lenient, that demonstrates a more equal distribution of the rock pressure on the stationary roof support.

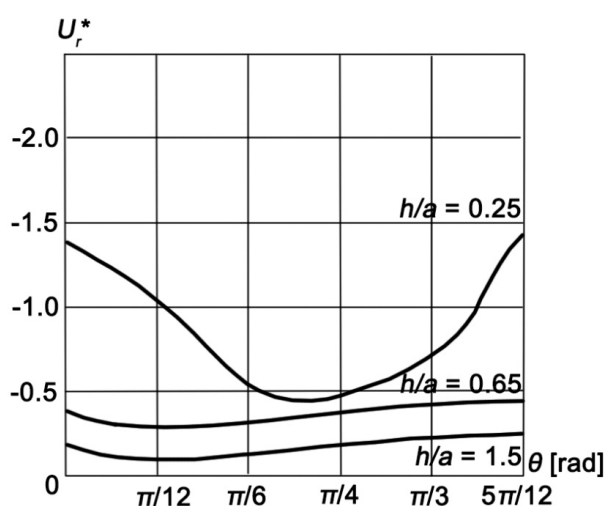


Figure 4 – Diagram of displacement of the excavation contour in the uneven stress field

In the uneven stress field at $\theta = \pi/4$ the values of radial displacements are minimal. The displacements are maximal at $\theta = \pi/2$.

Conclusions.

The methodology of solving the two-dimensional task on calculation of stress tensors in the reinforcement rock casing under the influence of the rock mass is proposed. The methodology of solving the two-dimensional task on calculation of



stress tensors in the reinforcement rock casing under the influence of the rock mass is proposed. The equations allowing to determine their numerical values under different boundary conditions are also obtained.

As a result of the analysis of the obtained numerical data, it was established:

1) In the cross-sections of the reinforced rock casing, formed as a result of tamping operations, after the beginning of the movement of damaged excavating contour, compressive stresses take place.

The highest concentration of radial σ_{rr} and tangential $\sigma_{\theta\theta}$ stresses occurs in the sections $\theta = \pi/2$ and $\theta = 0$, and the highest concentration of shear stresses $\sigma_{r\theta}$ takes in the sections $\theta = \pi/2$.

2) The increase of the relative thickness of the reinforced casing within the range of $0.25 \leq h/\alpha \leq 0.65$ results in a 1.8-fold reduction of stresses and a more equal distribution of the parameters of the stress-strain state and, as a result, improved working condition of the stationary roof support.

3) Creating of conditions for comprehensive rock compression results in a reduction of tangential stress concentration.

References:

1. E. Eberhardt, *The Hoek-Brown Failure Criterion*, Rock Mech Rock (45), Springer-Verlag, **2012**, 981-988.
2. H.-J. Ritzhaupt-Kleissl, W. Ernst, *Beschreibung des mechanischen Werkstoffverhaltens mit Hilfe von Materialzustandsgleichungen*, Kernforschungszentrum Karlsruhe, **1981**, 77.
3. Jaeger, J. C., Cook, N. G. W. & Zimmerman, R. W. *Fundamentals of rock mechanics*, Fourth edition, Blackwell Publishing, Oxford, **2007**, 489.
4. W. Wang, Z. Zhao, L. Wang, *Damage analysis of upper roof beam with different modulus in mined-out area*, Journal of Central South University (Science and Technology), vol. 45, Nr. 3, **2014**, 910-916.
5. G. G. Gschwandtner, *Analytische Berechnungsansätze zum Kennlinienverfahren*, Masterarbeit, Leoben, **2010**, 172.
6. M. Tao, Z. Hong at al. *Evaluation of Excavation-Damaged Zone around Underground Tunnels by Theoretical Calculation and Field Test Methods*, Energies, 12, **2019**, 18.
7. V. Rama Sastry, K. Ram Chandar at al. *Tunnel Stability under Different Conditions: Analysis by Numerical and Empirical Modeling*, International Journal of Geological and Geotechnical Engineering, Vol. 1: Issue 2, **2015**, 1-13.
8. Peixian Li, Lili Yan, Dehua Yao, *Study of Tunnel Damage Caused by Underground Mining Deformation: Calculation, Analysis, and Reinforcement*, Hindawi, Advances in Civil Engineering, **2019**, 18.
9. Z. Chunyang, Pu Chengzhi, at al. *The stability and roof-support optimization of roadways passing through unfavorable geological bodies using advanced detection and monitoring methods, among others, in the Sanmenxia Bauxite Mine in China's Henan Province*, Springer-Verlag, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, **2019**, 14.
10. K. Oraee, A. Noroozi, *Stability analysis and optimum support design of*



tunnel No. 14 in Tarik-dare coal mine, Metal mine, vol.10, **2008**, 798-807.

11. Li Li, Ai-xiang Wu, Yi-ming Wang at al., *Mechanism of wet shotcrete interacting with rock in support systems*, J. Cent. South Univ. 20, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, **2013**, 821-829.

12. J. Zenah, A. Torok at al., *Investigation of the effect of construction activities to underground cavities cut into porous limestone*, Geotechnical Challenges in Karst, Specialised Conference, Omiš , Split, Croatia, **2019**, 453-458.

13. Z. Zhang , F. Chen, N. Li , M. He, *Influence of Fault on the Surrounding Rock Stability for a Mining Tunnel: Distance and Tectonic Stress*, Hindawi Advances in Civil Engineering, Volume **2019**, 1-12.

14. B. Oraee-Mirzamani, S. Zandi, K. Oraee, *A Comparison of Numerical Methods and Analytical Methods in Determination of Tunnel Walls Displacement – A Case Study*, 32nd International Conference on Ground Control in Mining, **2013**, 5.

15. S. S. Khadka, R. Kumar Maskey, *Stability analysis and design of rock support for tunnel and Cavern of Kathmandu University geo lab*, Khadka & Maskey, Vol. 13, No. I, **2017**, 1-19.

16. Qiang Xie and Kang Peng, *Space-Time Distribution Laws of Tunnel Excavation Damaged Zones (EDZs) in Deep Mines and EDZ Prediction Modeling by Random Forest Regression*, Hindawi Advances in Civil Engineering, **2019**, 13.

17. V. Vinogradov, *Geomehanika upravljenja sostojaniem massiva vblizi gornyh vyrabotok*, Kiev, Nauk. dumka, **1989**, 192.

18. J. Zaslavskij, V. Mostkov *Kreplenie podzemnyh sooruzhenij*, M.: Nedra, **1979**, 325.

19. V.Kolesnikov, V. Perepelica, G. Levchenko, *Analiticheskie issledovanija ustojchivosti vyrabotok pri tamponazhe zakrepnogo prostranstva*, Geotekhnicheskaja mehanika, Mezhved. sb. nauch. tr., IGTM im. N.S. Poljakova NAN Ukrainy, Dnepropetrovsk, Vyp. 40, **2002**, 31-34.

20. A. Bezazjan, *Issledovanie i prognoz projavlenij gornogo davlenija v kapitalnyh gornyh vyrabotkah po dannym razvedochnogo burenija v uslovijah Zapadnogo Donbassa*, avtoref. dis. ph.D., M.: MGU, **1979**, 21.

21. P.Papkovich, *Teorija uprugosti*, L.-M.: Oborongiz, **1969**, 642.

22. V. Perepelica, A. Kolomic, G. Levchenko, *Raschet porodobetonnoj obolochki, obrazujushhejsja pri tamponazhe prikonturnoj zony vyrabotki*, Geotekhnicheskaja mehanika: Mezhved. sb. nauch. tr., IGTM im. N.S. Poljakova NAN Ukrainy, Dnepropetrovsk, Vyp. 42, **2004**, 195-202.

Аннотация. Предложен способ решения двумерной задачи по определению напряженно-деформированного состояния массива. Получены зависимости распределения касательных напряжений в армопородной оболочке при различных значениях соотношений относительной толщины оболочки (h/a). Установлено влияние толщины оболочки на распределение касательных напряжений и приведены результаты их численных расчетов.

Ключевые слова: армопородная оболочка, неравнокомпонентное поле напряжений, горный массив, нарушенной зоны контура (зона дезинтеграции), горная выработка, зона обрушения, коэффициент бокового давления (распора), отпор породобетонной оболочки



ACIDITY OF WETLAND SOILS OF SHATSK NATIONAL NATURE PARK КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Klymenko M.O. / Клименко М.О.

d.agr.s., prof. / д.с.-г.н., проф.

ORCID: 0000-0003-0892-0648

Biedunkova O.O. / Бедункова О.О.

d.biolog.s., as.prof. / д.б.н., доц.

ORCID: 0000-0003-4356-4124

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Sobornaya, 11, 33028

Національний університет водного господарства та природокористування,

Рівне, Соборна, 11, 33028

Kovalchuk S.V. / Ковальчук С.В.

teacher of the first qualification category / викладач першої кваліфікаційної категорії

ORCID: 0000-0003-4356-4124

Technical College of National University of Water and Environmental Engineering,

Rivne, Orlova, 35, 33027

Технічний коледж Національного університету водного господарства та

природокористування, Рівне, Орлова, 35, 33027

Анотація. У роботі наведено результати аналізу реакції середовища ґрунтового покриву в межах Шацького Національного природного парку. Більше 50% території парку займають підзолисті ґрунти. Решту території вкривають дернові, лучні та болотні ґрунти. Помічена відмінність рН торфових та дерново-підзолистих ґрунтів. Торфові ґрунти характеризуються підвищеною кислотністю на всій товщині ґрунтового профілю, яка сягає 3-5 рН_{КСІ}, а для дерново-підзолистих не враховуючи оторфовані горизонти 5-7 рН_{КСІ}. Осушені ділянки водно-болотних угідь з різноманітними видами ґрунтів мали межу кислотності 4,0-5,5 рН. Зроблено припущення, що реакція ґрунтового розчину може бути використана, як одна з ідентифікуючих ознак ґрунтового покриву водно-болотних угідь.

Ключові слова: ґрунт, реакція середовища, водно-болотні угіддя

Вступ.

Основне природне джерело кислотності ґрунту - органічні кислоти. Вони утворюються при розкладі рослинних залишків мікроорганізмів без доступу повітря і просочуються в товщу ґрунту з атмосферною вологою. Підкислення ґрунту відбувається також, коли осаді вимивають кальцій і магній з кореневовмісного шару. Кислоти можуть накопичуватися в ґрунті і від систематичного застосування так званих фізіологічних кислотних добрив (сульфат амонію, хлористий амоній тощо) [169-171, 66, 172].

Кисла реакція ґрунтів несприятлива для більшості культурних рослин і корисних мікроорганізмів. Вона негативно впливає на процес формування родючості ґрунтів. Кислі ґрунти мають погані фізичні властивості. Враховуючи негативні наслідки та властивості окисленості ґрунтів, ступінь кислотності ґрунтів є важливим показником оцінки генетичної та виробничої якості ґрунту. За величиною рН ґрунти поділяють на сім агро-виробничих груп [1].

Основний текст.

Метою нашої роботи було оцінити зміни реакції середовища в ґрунтах водно-болотних угідь Шацького Національного природного парку.

Рисунок 1 - Ситуаційна карта-схема Шацького НПП

Земельні ділянки парку знаходяться у межах таких географічних координат: *за широтою*: 51° 40' 03" (Ростанське лісництво); 51° 22' 42" (Шацьке лісництво); *за довготою*: 23°36' 26" (Ростанське лісництво); 24° 08' 34" (Поліське лісництво).

Територія парку, з метою виконання покладених на нього завдань у відповідності до Закону України «Про природно-заповідний фонд України», поділена на функціональні зони: заповідна; зона регульованої рекреації; зона стаціонарної рекреації; господарська зона.

Найбільше поширення на території району мають підзолисті ґрунти. Вони займають більше 50% території. Розвиваючись на древноалювіальних і флювіогляціальних відкладах, ґрунти цього типу характеризуються піщаним і супіщаним механічним складом, високою водопроникливістю і незначною вологопідйомною капілярністю. Близьке залягання ґрунтових вод веде до утворення оглеєних відмінностей. Дерново-підзолисті супіщані та суглинисті ґрунти характеризуються потужним гумусовим горизонтом.

www.moderntechno.de



льодовикових та давньоалювіальних відкладах. Вони характеризуються підвищеною родючістю (вміст гумусу 2,5-5%) та відносно потужнішим гумусовим горизонтом, який становить 15-30 см. В межах території найбільше поширення мають дерново-борові і дерново-глеєві ґрунти. Дерново-борові ґрунти залягають на підвищених елементах рельєфу. Для них характерна відсутність ознак опідзолення. Дерново-глеєві глинисто-піщані ґрунти залягають на більш вирівняних ділянках і мають достатньо високий ступінь оглеєності, що проявляється в наявності знебарвлених прошарків твердих залізо-марганцевих конкрецій різних розмірів. Обмежене поширення на території мають дерново-карбонатні ґрунти, які залягають на підвищених елементах рельєфу.

В західній частині району під трав'яною рослинністю на алювіальних відкладах сформувалися лучні ґрунти. Вони характеризуються потужним гумусовим горизонтом (50-60 см) і високою потенційною родючістю (вміст гумусу досягає до 6%). В заплаві річки Прип'ять домінують лучно-болотні ґрунти, які характеризуються надмірним зволоженням і мають добре розвинений гумусовий профіль, у верхній частині якого міститься велика кількість не розкладених рослинних решток.

Болотні ґрунти мають значне поширення на плоских пониженнях заплавах рік, долинах стоку льодовикових вод та в місцях надмірного зволоження. Ґрунти характеризуються відсутністю суцільного шару торфу на поверхні і мають неглибокий (до 20-30 см) чорний в'язкий горизонт з великою кількістю напіврозкладених рослинних решток. Болотні ґрунти представлені верховими, перехідними і низинними типами.

Проведені нами дослідження водно-болотних угідь Шацького національного природного парку за 2016-2019 рр. по горизонтах (0-20 см) шару ґрунту, (20-40 см) шару ґрунту та в горизонті нижче 40 см шару ґрунту, засвідчують, що властивості ґрунтів (реакція ґрунтового розчину) може бути використана, як одна з ідентифікуючих ознак ґрунтового покриву водно-болотних угідь.

За проведеними дослідженнями та аналізу даних спостережень помічена відмінність рН торфових та дерново-підзолистих ґрунтів. Торфові ґрунти характеризуються підвищеною кислотністю на всій товщині ґрунтового профілю, яка сягає 3-5 рН_{KCl}, а для дерново-підзолистих не враховуючи оторфовані горизонти 5-7 рН_{KCl} (табл.1).

Аналіз рН ґрунтів вказує на ряд ознак: підвищена кислотність характерна для торфових ґрунтів та дерново-підзолистих з оторфованим (торфувато-глеєві та торфово-глеєві) потужністю торфу до 50 см, збідненим видовим складом рослинності; кислотність в межах 5,0-6,5 рН_{KCl} характерна дерново-підзолистим ґрунтам з підвищеною геосистемою та на осушених екосистемах.

За показником рН ґрунті відміни формують наступний ряд по зменшенню кислотності: мулуваті-торфові, торфові малої потужності, торфи середньої потужності, оторфовані, дерново-підзолисті з горизонтом оторфованості, дерново-підзолисті осушені, зі зміною рН ряду від 3,0-6,5 рН (рис. 2).



Таблиця 1

Результати аналізу відібраних проб ґрунту на трьох горизонтах ґрунтового профілю з моніторингових ділянках водно-болотних угідь

Ділянка проведення спостережень №	Типи ґрунту	Значення рН _{KCl}		
		0-20 см	20-40 см	> 40 см
1	Дерново-підзолистий г. оторф	5,00	5,70	5,60
2	Дерново-підзолистий	5,00	5,20	5,00
3	Дерново-підзолистий пс. оторф	4,80	4,20	6,00
4	Торфовий .сер.	5,40	6,40	6,40
5	Торфовий сер.	4,4	4,6	4,6
6	Дерново-підзолистий пс. оторф.	3,6	3,8	4,2
7	Дерново-підзолистий пс оторф.	5,00	5,00	5,00
8	Дерново-підзолистий	4,6	5,0	5,0
9	Торфовий м.	3,6	3,8	4,2
10	Торфовий сер.	3,6	4,2	4,2
11	Дерново-підзолистий	4,5	5,0	5,0
12	Дерново-підзолистий пс. оторф	3,5	4,5	4,5
13	Мулуватий торф	3,00	3,60	4,40
14	Мулуватий торф	3,90	5,00	5,00
15	Торфовий сер	4,2	4,2	4,2
16	Торфовий сер	4,2	4,6	4,6
17	Мулуватий торф	4,2	4,6	4,6
18	Дерново-підзолистий	5,00	5,40	5,50
19	Дерново-підзолистий г. оторф	4,1	4,6	4,8
20	Дерново-підзолистий пс. оторф	3,50	3,80	4,40
21	Торфовий. м	2,80	3,00	3,60
22	Дерново-підзолистий	5,20	4,70	4,60

Встановлено, що для трав'янисто-заболочених ділянок характерний дерново-підзолистий ґрунт із межами рН 4,5-5,5; для травянисто-чагарникових заболочених ділянок - ґрунт дерново-підзолистий з горизонтом оторфованості та рН 4,0-4,5; чагарниково-заболочених ділянок - оторфовані ґрунти з кислотністю 4,1-3,9; на лісових заболочених ділянках з торфами малої потужності рН становить 3,0-3,5; на болотах із торфовищами середньої потужності та мулуватими торфами рН становить 3,0-4,2. Межа кислотності від 4,0-5,5 характерна осушеним водно-болотним угіддям з різноманітними видами ґрунтів.

Висновки.

У межах водно-болотних угідь на території Шацького Національного природного парку помічена відмінність рН торфових та дерново-підзолистих ґрунтів. Торфові ґрунти характеризуються підвищеною кислотністю на всій товщині ґрунтового профілю, яка сягає 3-5 рН_{KCl}, а для дерново-підзолистих не враховуючи оторфовані горизонти 5-7 рН_{KCl}. Доведено, що реакція ґрунтового розчину може бути використана, як одна з ідентифікуючих ознак ґрунтового покриття водно-болотних угідь.

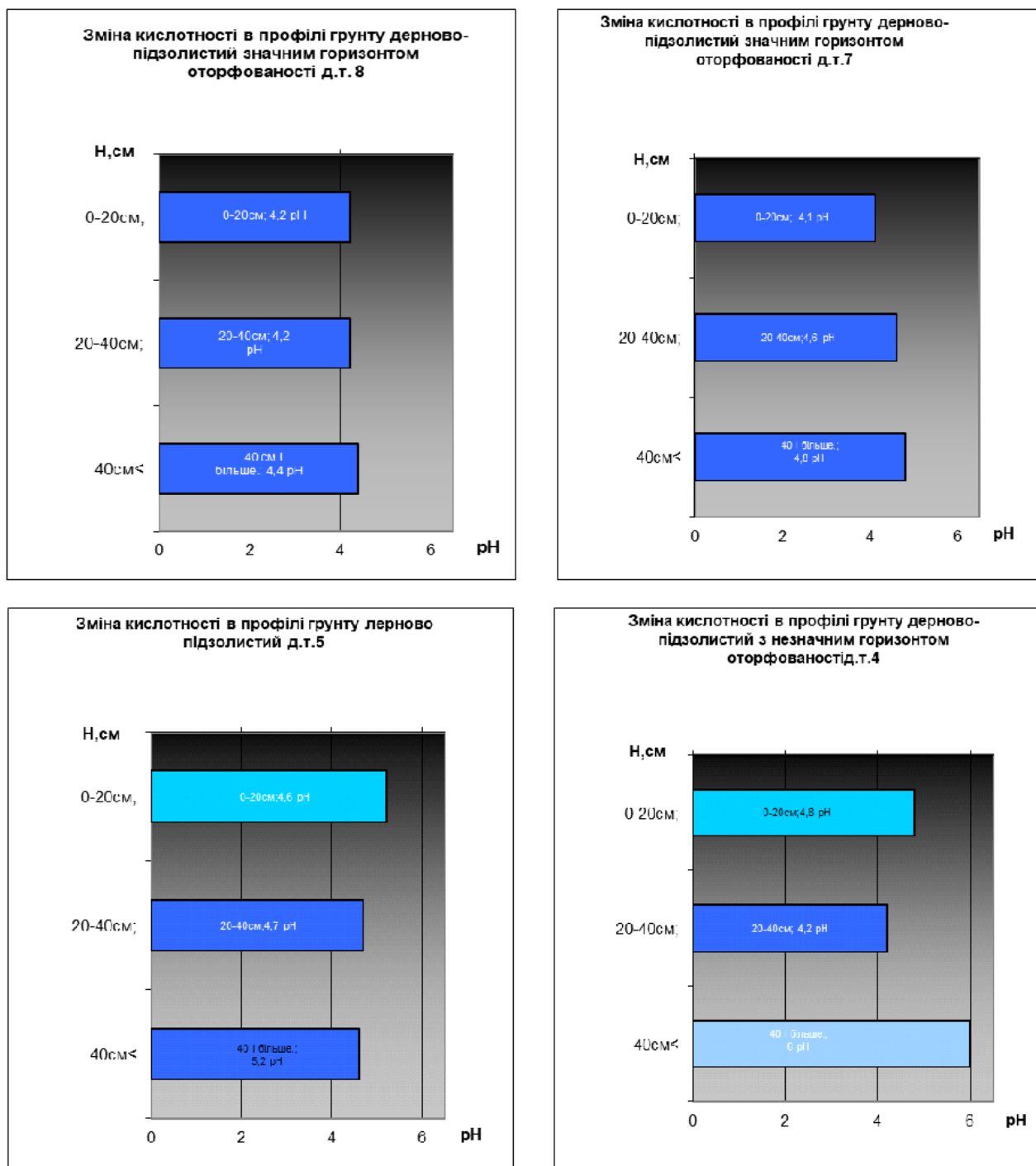


Рисунок 2 - Характеристика коливання кислотності по профілю ґрунту

Література.

1. Ґрунтознавство: Курс лекцій. – Ужгород: Гражда, 2011. 368 с
2. Benitez E., Nogales R., Campos M., Ruano F. Biochemical variability of olive-orchard soils under different management systems. *Applied Soil Ecology*, 2006. Vol: 32, Issue: 2, Page: 221-231
3. Марушевський Г. Б., Жарук І. С. Водно-болотні угіддя України. Довідник. К. : Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. 312 с.
4. Owen R. K., Webb E. B., Haukos D. A., Goyne K. W. Projected climate and land use changes drive plant community composition in agricultural wetlands. *Environmental and Experimental Botany*, 2020, Vol. 175, P. 104039.



References

1. Moish, N. I. (2011), Gruntoznavstvo. Kurs Lektsii. [Soil Science. Course of lectures] Grazhda, Uzhhorod, Ukraine
2. Benitez, E., Nogales, R., Campos, M., Ruano, F. (2006) Biochemical variability of olive-orchard soils under different management systems. Applied Soil Ecology, Vol: 32, Issue: 2, Page: 221-231
3. Marushevskyi, H. B., Zharuk, I. S. (2006), Vodno-bolotni uhiddia Ukrainy Dovidnyk, [Wetlands of Ukraine. Directory.], Chornomorska prohrama Vetlands Interneshnl, Kyiv, Ukraine
4. Owen, R. K., Webb, E. B., Haukos, D. A., Goyne, K. W. (2020), Projected climate and land use changes drive plant community composition in agricultural wetlands. Environmental and Experimental Botany, Vol. 175, P. 104039

Abstract. The paper presents the results of the analysis of the reaction of the soil environment within the Shatsk National Nature Park. More than 50% of the park area is occupied by podzolic soils. The rest of the territory is covered with sod, meadow and swamp soils. The difference in pH of peat and sod-podzolic soils is noticed. Peat soils are characterized by high acidity throughout the thickness of the soil profile, which reaches 3-5 pH KCl, and for sod-podzolic not taking into account the peat horizons 5-7 pH KCl. Drained areas of wetlands with different types of soils had an acidity limit of 4.0-5.5 pH. It is assumed that the reaction of the soil solution can be used as one of the identifying features of the soil cover of wetlands.

Key words: soil, reaction of environment, wetlands

Стаття надіслана: 07.05.2021 р.

© Клименко М.О., Бедункова О.О., Ковальчук С.В.



УДК 613.636

**ASPECTS OF BIOLOGICAL SAFETY OF BIOECHOLOGICAL
LABORATORIES OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS
АСПЕКТИ БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ БІОЕХНОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ
ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ**

Zubareva I. M. / Зубарева І.М.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID ID: 0000-0001-6433-5764

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Mechnikova 34, 65029**Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпро, Мечникова 34, 65029***Mitina N.B. / Мітіна Н.Б.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

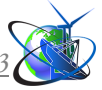
ORCID: 0000-0002-5384-7040

*Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Naberezhna Peremohy, 40, 49094**Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, вул. Набережна Перемоги 40, 49094*

Анотація. У роботі розглядається питання біологічної безпеки наукових лабораторій вищих навчальних закладів біотехнологічних, медичних, біологічних факультетів. Наведена характеристика лабораторій BSL різних рівнів біологічної безпеки. Розглянуто взаємозв'язок між групами ризику мікроорганізмів і рівнем біобезпеки, особливості застосування засобів індивідуального захисту, боксів біологічної безпеки. Використання не патогенних (сапрофітних) мікробних культур потребує обов'язкового виконання спеціальних вимог та зобов'язує створення безпечних умов проведення робіт у мікробіологічних учбових лабораторіях. Зазначено, що запобіганням витоку контамінантів із навчальних, дослідних біотехнологічних, мікробіологічних лабораторій є впровадження основних правил біобезпеки та біозахисту у роботі зі студентами і молодими науковцями за діючими стандартами, сучасного конструктивного оснащення первинних захисних бар'єрів, надійно спроектовані витяжні шафи, ізольована аварійна вентиляція від загальної з окремими повітроводами та обладнанням.

Ключові слова: біологічна безпека, біозахист, біологічний бокс, ризик, інфекція, мікробна культура, засоби індивідуального захисту, вентиляція.

Вступ. Розвиток сучасних біотехнологій потребує використання все більш складних наукових інструментів та ефективних методів роботи з різноманітними біологічними агентами, що супроводжується потенційними біологічними загрозами. Так, помилки та недбалість працівників лабораторій можуть призвести до розповсюдження інфекцій, матеріальних втрат або навіть навмисних злочинних дій [1]. Наприклад, випадки тяжкого гострого респіраторного синдрому (SARS-CoV) у 2003 - 2004 рр. у Китаї, Сингапурі, Тайбеї мали саме лабораторне походження [1, 2]. Інфекція SARS виникла у Пекіні і провінції Анхуї. Причиною даного випадку була невдала або незавершена інактивація SARS-CoV. У США 2005 -2007 рр. зафіксовано 5 випадків інфікування вірусом коров'ячої віспи у науково-дослідних лабораторіях шляхом розбризкування з шприца у ході здійснення ін'єкцій мишам. Декілька випадків внутрішньо-лабораторного інфікування спостерігали у 2006 р.: 2 випадки бруцельозу у клінічних лабораторіях США (пересів на відкритому робочому столі), 21 випадок сальмонельозу у лабораторії США по



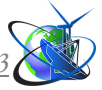
виробництву вакцин (розлита висококонцентрована мікробна суспензія), 1 випадок менінгококового менінгіту у науково-дослідній лабораторії Швеції (робота на відкритому робочому столі, невакцинований співробітник). У серпні 2007 р. зафіксовано спалах хвороби ящура корів Англії у селищі на південно-західному напрямі від Лондона. Далі вірус ящура розповсюдився ще на декілька селищ графства Суррей. Причиною спалаху стало витікання стічних відходів з каналізації від приміщення, у якому виробляли інактивовану вакцину проти ящура. Після цього ґрунт з вірусом було рознесено колесами автомобілів по сусіднім населеним пунктам. Цей випадок призвів до втрат у декілька десятків мільйонів фунтів стерлінгів та заборони на експорт м'ясо продуктів з Великобританії на декілька місяців. Випадки внутрішньо-лабораторних інфекцій спостерігаються і у теперішній час. Наприклад, зафіксовано один летальний випадок (після двох діб від появи симптомів) менінгококового менінгіту типу *B* у науково-дослідній лабораторії Каліфорнії (США) 2012 р. Джерело інфікування на даний час не виявлено [2].

Загалом, за останні 70 років зареєстровано більше 5400 лабораторних нещасних випадків (в межах 100 конфліктів), пов'язаних з виходом за межі біотехнологічних виробництв патогенних біологічних агентів (ПБА) та потрапляння їх у навколишнє середовище [3]. Тому питання біологічної безпеки є актуальним як для наукових, так і для виробничих лабораторій. Рівень важливості та необхідності біологічної безпеки відображено у визначенні самого терміну «біологічна безпека». Біологічна безпека, як інженерна дисципліна визначається як система медико-біологічних, організаційних та інженерно-технічних заходів і засобів, спрямованих на захист працюючого персоналу, населення і навколишнього середовища від впливу патогенних біологічних агентів [4].

Але, дотримуватись правил безпечної роботи слід не тільки у науково-дослідних закладах та в умовах промислових виробництв, а й у лабораторних приміщеннях вищих навчальних закладів біотехнологічних, медичних, біологічних факультетів. Так, проведення лабораторних і практичних занять з таких дисциплін, як загальна та спеціальна біотехнологія, загальна та промислова мікробіологія, вірусологія та інші пов'язано з використанням чистих культур різних мікроорганізмів. Робота навіть з не патогенними (сапрофітними) мікробними культурами потребує обов'язкового виконання спеціальних правил, що і забезпечує створення безпечних умов проведення робіт у мікробіологічних учбових лабораторіях [5]. Крім того, впровадження основних правил біобезпеки у роботу зі студентами і молодими науковцями сприятиме кращій їх обізнаності щодо цих питань та зниженню як індивідуальних, так і суспільних ризиків [1].

Тому розробка і впровадження чітких правил знаходження у лабораторних приміщеннях і технік проведення відповідних робіт є пріоритетним і обов'язковим завданням на національному та міжнародному рівнях.

Основний текст. Загальні принципи біологічної безпеки для лабораторних робіт ґрунтуються на класифікації мікроорганізмів за групами ризику. Класифікація мікроорганізмів проводилась за такими основними ознаками:



- 1) патогенність організму;
- 2) шляхи передачі та джерела інфекції з урахуванням існуючих рівнів імунізації місцевого населення, щільності і переміщення інфікованого населення, наявності відповідних переносників інфекції та норм санітарного стану довкілля;
- 3) доступність і ефективність профілактичних заходів на місцях;
- 4) можливі господарі;
- 5) доступність і ефективність лікувальних заходів на місцях.

Згідно з міжнародною класифікацією сформовано чотири відповідні групи ризику [6]. Група ризику 1 характеризується відсутністю або низькою індивідуальною і суспільною небезпекою. До першої групи належать мікроорганізми, які потенційно не вважаються збудниками хвороби людей та тварин. Наприклад: *Bacillus subtilis*, *Naegleria gruberi*, вірус собачого гепатиту та інші.

Група ризику 2 відзначається помірною індивідуальною небезпекою та низьким суспільним ризиком. Дана група об'єднує патогенні мікроорганізми, які можуть спричинити захворювання людини або тварин, але не представляють серйозного ризику для працівників лабораторії, населення, свійської худоби або довкілля. Необережне поводження персоналу лабораторії з мікробною культурою чи біоматеріалом може викликати серйозну інфекцію, але існують доступні лікарські та профілактичні заходи, які попереджують ризик поширення таких інфекцій. Представниками 2 групи ризику вважають, наприклад, такі мікроорганізми як *Salmonellae spp.*, *Toxoplasma gondii*, збудник гепатиту В *Orthohepadnavirus* та кору *Morbilli* та інші.

Група ризику 3 характеризується високою індивідуальною небезпекою та низьким суспільним ризиком. Група включає патогенні агенти, які зазвичай спричиняють серйозні захворювання людей або тварин, але не передаються від інфікованої особи до здорової. Розроблені та впроваджені до практичної реалізації ефективні лікувальні та профілактичні заходи щодопатогенних агентів даної групи. Наприклад: *Mycoplasmata tuberculosis*, *Coxiellaburnetti*.

Група ризику 4 відзначається високою індивідуальною і суспільною небезпекою. До групи належать патогенні агенти, які здатні зазвичай викликати серйозні захворювання людей або тварин, легко поширюватися від хворого до здорового організму прямо чи опосередковано. Ефективні лікувальні та профілактичні заходи у більшості випадків відсутні. До даної групи відносять, наприклад: *Yersinia pestis*, вірус Марбургата Ебола, вірус лихоманки Ріфт-Валлі, віруси Ласса, Хуанін, Мачупо, інші.

З урахуванням класифікації мікроорганізмів за групами ризику ВООЗ запропонувала класифікувати всі мікробіологічні лабораторії за такими ознаками: призначення лабораторії; планування лабораторного приміщення; наявне обладнання та засоби, які планують використовувати; практики і оперативні процедури, які необхідні для роботи з агентами, що відносяться до різних груп ризику [6].

Відповідно до даної класифікації розрізняють 4 типи лабораторій: базовий



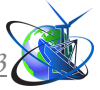
рівень біобезпеки 1 (BSL-1), базовий рівень біобезпеки 2 (BSL-2), ізолюваний рівень біобезпеки 3 (BSL-3) і максимально ізолюваний рівень біобезпеки 4 (BSL-4) [6, 7]. У таблиці 1 представлено взаємозв'язок між групами ризику мікроорганізмів і рівнем біобезпеки лабораторій, які призначені для роботи з організмами у кожній групі ризику.

Таблиця 1

Взаємозв'язок груп ризику та рівней біобезпеки

Група ризику	Рівень біологічної безпеки	Тип лабораторії	Особливості лабораторного захисту	Захисне обладнання
1	Базовий рівень біологічної безпеки 1	Базові навчальні та дослідницькі	НТМ	Відсутнє. Робота на відкритих столах
2	Базовий рівень біологічної безпеки 2	Бактеріологічні лабораторії лікувальних закладів; діагностичні, дослідницькі	НТМ у поєднанні із захисним одягом та маркуванням біологічної безпеки	Робота на відкритих столах та у БББ для захисту від потенційних аерозолів
3	Ізолюваний рівень біологічної безпеки 3	Спеціальні діагностичні та дослідницькі лабораторії	НТМ у поєднанні із спеціальним одягом, маркуванням біобезпеки, контрольованим доступом та спрямованим потоком повітря	БББ та/або інші засоби первинного захисту для всіх видів робіт
4	Максимально ізолюваний рівень біологічної безпеки 4	Лабораторії для роботи з небезпечними патогенними агентами. Відділи особливо небезпечних збудників	НТМ у поєднанні із спеціальним одягом, маркуванням біобезпеки, контрольованим доступом та спрямованим потоком повітря, наявністю вхідного боксу (тамбуру), приймання душу по закінченню робіт, спеціальна утилізація відходів	БББ класу III, позитивний тиск на вході або БББ класу II, позитивний тиск на вході та подвійні двері, автоклав з двома люками (вмонтований у стіни), повітряні фільтри

Примітка: НТМ – належна техніка мікробіологічних досліджень, БББ - бокси біологічної безпеки.

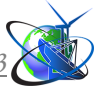


З урахуванням конкретних виконуваних робіт, біологічних агентів, доступних засобів, а також обладнання, яке використовують у практичній роботі та процедур, які необхідні для безпечного проведення робіт у лабораторіях, наводиться детальна характеристика лабораторій різних рівнів біологічної безпеки [8, 9]. Так, лабораторія першого рівня біологічної безпеки (BSL-1) відповідає умовам базових навчальних та дослідницьких лабораторій. Відповідно рівень біологічної безпеки 1, придатний для роботи із добре вивченими мікроорганізмами, які не спричиняють захворювання у здорових дорослих людей і становлять мінімальну потенційну небезпеку для персоналу лабораторії та довкілля. Такі лабораторні приміщення не обов'язково відокремлювати від загальних схем руху у будівлі. Роботу у BSL-1-лабораторії, як правило, проводять на відкритих столах із використанням стандартних мікробіологічних методів. Особливих умов утримання обладнання або засобів спеціального планування не вимагається. Персонал лабораторії повинен мати спеціальну підготовку для проведення мікробіологічних досліджень у лабораторії, а студенти повинні проводити усі маніпуляції під наглядом викладача або працівника лабораторії, який має достатній рівень освіти у галузі мікробіології. Не дивлячись на певну «не жорсткість» загальних правил у лабораторіях вищих навчальних закладів, до роботи у них застосовуються певні основні вимоги: до особистого захисту, до приміщень лабораторії, до зберігання музейних культур.

Вимоги до особистого захисту у BSL-1-лабораторіях полягають у використанні загальних гігієнічних заходів. Студенти та працівники лабораторії повинні обов'язково бути у медичних халатах. Слід використовувати тільки закриті взуття, що захищає верхню частину стопи. Під час виконання процедур, у ході яких можуть утворитися інфіковані бризки, необхідно використовувати захисні окуляри або прозорі екрани. Фарбування клітин мікроорганізмів, роботу з небезпечними хімічними речовинами слід виконувати у витяжних шафах. Руки необхідно захищати гумовими рукавичками, особливо, якщо на руках є свіжі рани або садна. При виконанні стандартних лабораторних процедур та додержанні правил гігієни дозволяється рукавички не використовувати. Правильна гігієна рук передбачає ретельне очищення рук відразу після закінчення роботи з мікроорганізмами або після випадкового контакту мікроорганізмів із шкірою рук. Очищення рук проводять шляхом їх миття водою з милом або оброблення етиловим спиртом.

Лабораторні приміщення першого рівня біологічної безпеки повинні відповідати наступним вимогам. Підлога, стіни та поверхні всіх меблів повинні бути гладкими і непошкодженими. У лабораторії необхідно встановити раковину для вмивання обличчя та миття рук. Двері приміщення повинні замикатися. Необхідно запобігати потраплянню шкідників до лабораторії. Особисті речі слід зберігати за межами робочої зони. Обов'язковим обладнанням лабораторії є автоклав, призначений для стерилізації лабораторного посуду, поживних середовищ, різних розчинів, матеріалів, обладнання і т.п.

Обов'язковими вважаються також вимоги до зберігання музейних культур

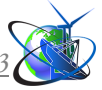


мікроорганізмів. Так, у BSL-1-лабораторіях дозволяється використовувати лише такі мікробні культури, які отримані з референтних лабораторій або від авторитетних джерел (наприклад, академічні лабораторії або регіональні відділи охорони здоров'я). Передача чистих культур мікроорганізмів виконується згідно певних правил і супроводжується оформленням необхідних документів [10]. Забороняється використання мікроорганізмів, виділених із довкілля, оскільки вони можуть бути організмами, які вимагають практики та обладнання лабораторій вищого рівня біологічної безпеки, наприклад BSL-2. Необхідно також ретельно документувати всю інформацію про походження, властивості та рух музейних мікроорганізмів у лабораторії.

У BSL-1-лабораторіях слід дотримуватись також стандартних лабораторних практик (правил). Потрібно мити руки перед виходом із лабораторії. Довге волосся необхідно зав'язати. Не слід носити прикраси. Всі столи перед і після роботи необхідно обробляти дезінфекційними засобами, які рекомендовано використовувати відповідно до інструкцій виробника. Продукти харчування, жувальні гумки, напої, у тому числі і воду або пляшки з водою не можна заносити до лабораторії, їх потрібно зберігати поза межами приміщення лабораторії. Забороняється торкатися руками обличчя, використовувати косметику, регулювати контактні лінзи або гризти нігті. Не дозволяється заносити особисті речі (косметика, мобільні телефони, калькулятори тощо) до лабораторії. Забороняється піпетувати ротом. Усі контейнери необхідно підписувати. Під час роботи двері у лабораторії повинні бути зачиненими. Необхідно звести до мінімуму використання голок. Для переміщення мікроорганізмів у лабораторії потрібно застосовувати транспортні пробірки і штативи та зберігати культури у герметичній ємності після закінчення роботи з ними. Не можна брати бите скло руками, для цього необхідно використовувати прилади для прибирання сміття (совок, віник). У разі розливів рідин або травм негайно повідомити керівника або викладача та задокументувати надзвичайну ситуацію.

Основні вимоги до роботи у лабораторіях другого рівня біологічної безпеки (BSL-2) більш жорсткі та призначені для виконання певних робіт у бактеріологічних лабораторіях лікувальних закладів, діагностичних та дослідницьких лабораторіях. Вимоги до особистого захисту наступні. Необхідно одягати лабораторні халати та взувати закрите взуття. Рукавички одягають лише під час роботи з мікроорганізмами другої групи ризику або небезпечними хімічними речовинами, а також у разі пошкодження шкіри рук. Захисні окуляри та захисні лицьові щитки (маски) дозволяється не використовувати, якщо роботи проводять у боксі біологічної безпеки (БББ). У випадку ж виконання робіт та певних процедур за межами БББ, особливо при утворенні аерозолів і крапель використання засобів захисту обличчя та очей обов'язково.

Вимоги до приміщень лабораторій BSL-2 у цілому подібні вимогам до приміщень першого рівня біологічної безпеки. Так, поверхні меблів повинні бути непошкодженими, гладкими, а стіни, підлоги, стеля – гладко-фарбованими. Наявність раковини для миття та вмивання обов'язкова. У

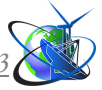


лабораторних приміщеннях необхідно встановити двері з контролем доступу. Вікна, що відчиняються назовні слід забезпечити захисними екранами від комах та гризунів для унеможливлення потрапляння шкідників до приміщень. Особисті речі зберігають за межами робочої зони. З обладнання у лабораторії також обов'язкова наявність автоклава.

Стандартні та спеціальні лабораторні практики BSL-2 полягають у наступному. Доступ до BSL-2-лабораторії обмежений. Захисний одяг перед виходом із лабораторії необхідно знімати. Виносити його за межі лабораторії забороняється, чистку та прання також проводять на території лабораторії. Особи, які входять до лабораторії, повинні бути попереджені про потенційну небезпеку та особливості специфічних вимог щодо входу/виходу. Персонал лабораторії повинен підлягати регулярним профілактичним медичним оглядам, а у разі необхідності – імунізації проти біологічних агентів, з якими працюють у лабораторії. Працівників лабораторії слід перевіряти на знання особливостей стандартних і спеціальних мікробіологічних методів до початку роботи з BSL-2-агентами. Потенційно інфікований матеріал під час збирання, оброблення, перероблення, зберігання або транспортування всередині лабораторії зберігається у міцних, герметичних контейнерах. Лабораторне обладнання необхідно регулярно знезаражувати, а також додатково – після розливів, бризок чи іншого потенційного забруднення. У приміщеннях лабораторії не дозволяється утримання рослин і тварин, не пов'язаних із роботою. Усі випадки, що супроводжуються контамінацією довкілля мікроорганізмами, повинні бути повідомлені, ретельно розслідувані, задокументовані. Зона контамінації обробляється згідно зі стандартними процедурами [11, 12]. Усі процедури з інфекційними матеріалами, що можуть призвести до утворення аерозолі, необхідно проводити у боксах біологічної безпеки (БББ). Такі процедури можуть передбачати піпетування, центрифугування, подрібнення, змішування, струшування, оброблення ультразвуком, відкриття контейнерів із інфекційними матеріалами, інокуляцію тварин інтраназально.

Рівень біологічної безпеки три (BSL-3) на відміну від попередніх рівнів розглядається як ізольований та призначений для використання у клінічних, діагностичних, наукових чи виробничих лабораторіях та приміщеннях. у BSL-3-лабораторіях виконують роботи з місцевими або екзотичними агентами, що можуть призвести до тяжких або потенційно летальних захворювань із респіраторним механізмом передачі. Тому персонал таких лабораторій повинен мати спеціальну підготовку до роботи з патогенними і потенційно-смертельно небезпечними мікроорганізмами. Усі процедури, пов'язані з інфекційними матеріалами, слід проводити у боксах біологічної безпеки або з використанням інших захисних пристроїв.

Основні вимоги до роботи у BSL-3- лабораторіях включають вимоги до BSL-2-лабораторій та додаткові заходи. Так, лабораторні приміщення необхідно відокремлювати від інших приміщення і частин установи. Доступ до лабораторій повинен бути обмежений та відбуватися через шлюз із двома дверима, які повинні взаємо блокуватися. Переодягання персоналу слід організувати у тамбурі між двома дверима. У лабораторії слід відокремити зону



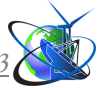
для зберігання чистого обладнання та витратних матеріалів, а також розташувати душову кабінку. На дверях лабораторії обов'язково встановити вікно для спостереження. Лабораторія повинна мати раковини для миття рук з автоматичним керуванням та розміщені поблизу вихідних дверей. Якщо загальна лабораторія включає декілька робочих кімнат то раковину для миття рук слід встановити у кожному. Лабораторія повинна, бути спроектована таким чином, щоб її можна було легко чистити й дезінфікувати. Покриття підлоги повинно бути нековзким, непроникним для рідин, стійким до дії хімічних речовин. Поверхню стін та стелі необхідно вкрити герметичними і гладкими матеріалами, що легко миються та дезінфікуються. Поверхня лабораторних меблів також повинна бути стійкою до дії дезінфікуючих розчинів, органічних розчинників, механічних факторів та легко прибиратися.

Усі вікна у лабораторії повинні бути закритими, а бокси біологічної безпеки (БББ) захищені від протягів. Лабораторії слід обладнати припливною вентиляційною системою для забезпечення стійкого спрямованого потоку повітря у приміщенні у напрямку від території «чистої зони» до території «забрудненої зони»; зворотній рух повітряного потоку, навіть при відключенні вентиляційної системи заборонено. Відпрацьоване повітря слід виводити назовні тільки після фільтрації через HEPA-фільтр, а стічні води після знезараження.

Стандартні та спеціальні лабораторні практики BSL-3-лабораторій подібні до BSL-2 та включають додаткові правила. Так, працівники повинні змінювати рукавички при забрудненні, порушенні їх цілісності. При необхідності одягають дві пари рукавичок. Після зняття рукавичок обов'язково вимити руки, використані рукавички утилізувати з іншими забрудненими лабораторними відходами. У приміщеннях, де утримують інфікованих тварин, необхідно використовувати захисні окуляри, рукавички та респіратори.

Лабораторії четвертого рівня біологічної безпеки (BSL-4) призначені для проведення робіт з небезпечними та екзотичними агентами, що становлять високий індивідуальний і суспільний ризик, передаються респіраторним шляхом, а лікування та профілактика таких захворювань у теперішній час не розроблені. Всі співробітники лабораторії повинні мати спеціальну підготовку для роботи з надзвичайно небезпечними інфекційними агентами та дозвіл на роботу з ними [13].

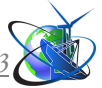
Основні вимоги до роботи BSL-4 представлені стандартними та спеціальними лабораторними практиками (загальними правилами) BSL-3-лабораторій. Додатково у BSL-4-лабораторіях повинні бути встановлені високоефективні повітряні фільтри. Робоче місце повинне бути герметичним із можливістю його фумігації. У робочій зоні створюється негативний тиск та функціонує система повітряних шлюзів із чотирьох камер, одна з яких – камера для дегазації, що запобігає потраплянню небезпечних патогенних мікроорганізмів у довкілля. Працівники лабораторії одягають спеціальні захисні костюми. Лабораторії четвертого рівня біологічної безпеки за способами виконання робіт підрозділяють на два типи. у BSL-4-лабораторіях першого типу маніпуляції з патогенними агентами обов'язково виконують у



БББ III класу (бокс-лабораторія). у BSL-4-лабораторіях другого типу маніпуляції з агентами проводять у захисних костюмах, що перебувають під позитивним тиском (костюм-лабораторія). Усі особи, які входять до лабораторії, повинні бути попереджені про потенційну небезпеку та правила виходу з лабораторії. До лабораторії дозволяється входити лише особам, які безпосередньо задіяні у проведенні наукових досліджень або виконують допоміжну роботу. Всі працівників, які заходять до лабораторії або виходять із неї повинні обов'язково змінити весь одяг та прийняти душу, а також підлягають реєстрації із зазначенням особи та часу і обов'язковому медичному огляду та вакцинації. у межах лабораторії повинний бути ізолятор, де можуть перебувати особи, які інфіковані у лабораторії.

Пристрої та матеріали, що потрапляють до лабораторії, повинні бути попередньо знезаражені у дводверному автоклаві або фумігаційній камері. Всередині лабораторії BSL-4 слід зберігати тільки витратні матеріали та основне обладнання. Видалення біологічних матеріалів із лабораторії проводять також тільки після їх попереднього знешкодження. Перед початком роботи обов'язково проводять перевірку всіх інженерних систем і документують їх стан, що дозволяє гарантувати відповідність лабораторій встановленим нормам.

Наведена характеристика лабораторій різних рівнів біологічної безпеки свідчить про обов'язкове використання захисного обладнання, яке забезпечує первинні та вторинні захисні бар'єри [14, 15]. Так, до первинних захисних бар'єрів відносять таке устаткування, як витяжні шафи, БББ, герметичні контейнери та інші технічні засоби контролю, які призначені для усунення або зведення до мінімуму впливу шкідливого біологічного матеріалу. Бокси обладнують припливно-витяжною вентиляцією, у які подають стерильне повітря, що проходить через бактеріальні фільтри [12]. Основною відмінністю різних класів БББ є система відведення повітря із застосуванням вискоєфективного фільтра тонкого очищення повітря (HEPA). HEPA-фільтр затримує 99,97 % частинок діаметром від 0,3 мкм. Це дає можливість ефективно забезпечувати відведення з боксу вільного від мікробів повітря. Іншою конструктивною особливістю БББ є спрямування очищеного через HEPA-фільтри повітря на робочу поверхню, що забезпечує захист від контамінації матеріалів, які знаходяться на робочій поверхні. Ця конструктивна особливість дозволяє підвищити захист матеріалів від мікробної контамінації. Конструкція БББ дозволяє їх використовувати упродовж 24 годин на добу. Їх постійна робота допомагає обмежити рівні вмісту пилу і частинок матеріалів у лабораторії. БББ класів II A1 і II A2, з яких повітря відводиться у приміщення або які під'єднані до спеціальної трубопровідної витяжки через насадку, після роботи можна вимикати. Інші види, такі як БББ класів II B1 і II B2, що під'єднані герметично, повинні постійно забезпечувати надходження повітря, щоб підтримувати повітряний баланс у приміщенні. Бокс необхідно увімкнути як мінімум за 5 хвилин до початку роботи, а після її закінчення необхідно залишити його у робочому положенні також упродовж п'яти хвилин для «очищення», тобто видалення контамінованого повітря, що міститься у боксі.

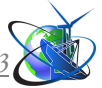


Подібні пристрої запобігають поширенню інфекційних бризок та аерозолів, що виникають при проведенні різних мікробіологічних маніпуляцій. Особливості конструкції такого захисного обладнання передбачають наявність спеціальних вентиляційних систем для створення спрямованого потоку повітря; системи очищення повітря для його знезараження або для видалення збудників із повітря, що виводиться із приміщень назовні; містити спеціальні додаткові конструкції облаштовані як зони обмеженого доступу, повітряні шлюзи на вході у лабораторію або у окремі будівлі чи модулі для ізоляції лабораторії [12, 17]. Отже заклади освіти потребують удосконалення системи біозахисту за сучасними стандартами [2, 3], так для лабораторій мікробіологічного профілю слід передбачати окремі системи припливно-витяжної вентиляції, відповідно [18], які розміщуються у спеціальних нішах коридорів, щоб забезпечити вільний доступ до них під час профілактичного огляду та ремонту [16].

Висновки. Таким чином, для запобігання витоку контаменантів із навчальних, дослідних біотехнологічних, мікробіологічних лабораторій є впровадження основних правил біобезпеки та біозахисту у роботі зі студентами і молодими науковцями за діючими стандартами, сучасного конструктивного оснащення первинних захисних бар'єрів, надійно спроектовані витяжні шафи, ізольована аварійна вентиляція від загальної з окремими повітроводами та обладнанням.

Література:

1. Голубнича В. М. Біобезпека та біозахист у біологічних лабораторіях 1-го та 2-го рівнів біобезпеки : монографія / В. М. Голубнича, М. В. Погорєлов, В. В. Корнієнко. Суми : Сумський державний університет, 2016. 123 с.
2. Нетёсов С.В. Современные принципы биологической безопасности у лабораторных условиях / С.В.Нетёсов // Биотехнология новых материалов и окружающая среда. – Красноярск. – 2012.– 42 с.
3. Сорока В.В. Правила біобезпеки при роботі з патогенними біологічними агентами у мікробіологічних лабораторіях / Сорока В.В., Зубарева І.М., Мітіна Н.Б. //Хімія та сучасні технології: тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених ДВНЗ УДХТУ.– Дніпро. – 2019.– Т.111. – С. 66-67.
4. Ляпин М.Н. Биологическая безопасность. Термины и определения / М.Н. Ляпин, Е.М. Головкин, Т.А. Маликова [и др.]. – Саратов: ОАО «Приволжское книжное издательство», 2006. –112 с.
5. Ломинога Є. Р. Характеристика інфекційних ризиків у мікробіологічній лабораторії / Є. Р. Ломинога, Н. Б. Мітіна, Н. В. Малиновська // Хімія та сучасні технології: тези доп. IX Міжнар. конф. студ., аспір. та молод. вчених (Дніпро, 24–26 квітня 2019 р.). – Дніпро, 2019. - Т. III. – С. 86.
6. Практическое руководство по биологической безопасности у лабораторных условиях. – 3-е изд. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2004. – 201с.
7. Відповідальні медико-біологічні дослідження у глобальній безпеці системи охорони здоров'я: методичний документ. – Женева: ВООЗ, 2010. –70 с.



8. Онищенко Г.Г. Биологическая безопасность / Г.Г. Онищенко, М.А. Пальцев, В.В. Зверев [и др.] – Москва: ОАО «Издательство «Медицина», 2006. – 304 с.
9. Абрахам Д. Биологическая безопасность у микробиологических и биомедицинских лабораториях / Д. Абрахам, М. Адлер, Л. Алдерман [и др.] – Вашингтон: Типография Правительства США, 2007. – 360 с.
10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1 від 04.01.01 р. «Медична облікова документація, що використовується у лабораторних лікувально-профілактичних закладах».
11. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 26 від 24.01.2008 г. «Про затвердження державних санітарних норм і правил. Організація роботи лабораторій при дослідженні матеріалу, що містить біологічні патогенні агенти I – IV груп патогенності молекулярно-генетичними методами».
12. ДСП 9.9.5-080-2002–Державні санітарні правила. Правила влаштування і безпеки роботи у лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю. – Вид. офіційне. – Київ: МОЗ України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, 2002. – 39 с.
13. Чекан Л.В. К вопросу оценки уровня профессионализма у сотрудников микробиологических лабораторий / Л.В. Чекан, Е.А. Тюрин, Л.И. Маринин // Биозащита и биобезопасность. – 2012. – Т. IV, № 2 (11). – С. 10–14.
14. Боровик Р.В. Основы биологической безопасности: принципы и практика: учебно-методическое пособие / Р.В. Боровик, Г.А. Дмитриев, Л.В. Коломбет [и др.] – Москва: Изд-во «Медицина для вас», 2008. – 303 с.
15. Тюрин Е.А. Факторы биологической безопасности / Е.А. Тюрин // Биозащита и биобезопасность. – 2010. – Т. II, № 3 (4). – С. 34–39.
16. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Введ. с 2014–01–01. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 147 с.
17. СН 4617-88 Общесоюзные санитарно-противоэпидемические правила и нормы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», затвердженого Головним державним санітарним лікарем СРСР від 26 травня 1988 року № 4617-88. – 23 с.
18. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – Введ. з 1999–12–01. – К.: МОЗ. Головний державний санітарний лікар України. 1999. – 12 с.

References.

1. Golubnicha V.M., Pogorelov M.V., Kornienko V.V. (2016) Biobezpeka ta biozahist u biologichnih laboratoriyah 1-go ta 2-go rivniv biobezpeki : *monografiya Sumi : Sums'kij derzhavnij universitet*, 123 p.
2. Netyosov S.V. (2012) Sovremennyye principy biologicheskoy bezopasnosti v laboratornykh usloviyah. *Biotehnologiya novykh materialov i okruzhayushchaya sreda*, Krasnoyarsk, 42 p.
3. Soroka V.V., Zubareva I.M., Mitina N.B. (2019) Pravila biobezpeki pri roboti z patogennimi biologichnimi agentami u mikrobiologichnih laboratoriyah. *Himiya ta suchasni tekhnologii: tezi dopovidej VIII Mizhnarodnoï naukovo-tekhnichnoi konferencii studentiv, aspirantiv ta molodih vchenih DVNZ UDHTU*, Dnipro, Vol.III. pp. 66-67.
4. Lyapin M.N., Golovko E.M., Malyukova T.A. [i dr.] (2006) Biologicheskaya bezopasnost'. Terminy i opredeleniya. *Saratov OAO «Privolzhskoe knizhnoe izdatel'stvo»*, 112 p.



5. Lominoga E.R., Mitina N.B., Malinova N.V. (2019). Harakteristika infekciynih rizikov v mikrobiologichnij laboratorii. *Himiya ta suchasni tekhnologii: tezi dop. IH Mizhnar. konf. stud., aspir. ta molod. Vchenih*. Dnipro, Vol. III, 86 p.
6. Prakticheskoe rukovodstvo po biologicheskoy bezopasnosti v laboratornyh usloviyah. (2004) *Vsemirnaya organizaciya zdravoohraneniya*, ZHeneva, 201 p.
7. Vidpovidal'ni mediko-biologichni doslidzhennya v global'nij bezpeci sistemi ohoroni zdorov'ya (2010): *metodichnij dokument*, ZHeneva VOOZ, 70 p.
8. Onishchenko G.G. (2006) Biologicheskaya bezopasnost'. *OAO «Izdatel'stvo «Medicina»*, Moskva, 304 p.
9. Abraham D., Adler M., Alderman L. (2007) Biologicheskaya bezopasnost' v mikrobiologicheskikh i biomedicinskih laboratoriyah. *Tipografiya Pravitel'stva SSHA*, Vashington, 360 p.
10. Nakaz Ministerstva ohoroni zdorov'ya Ukraïni № 1 vid 04.01.01 r. «Medichna oblikova dokumentaciya, shcho vikoristovuet'sya v laboratornih likuval'no-profilaktichnih zakladah».
11. Nakaz Ministerstva ohoroni zdorov'ya Ukraïni № 26 vid 24.01.2008 g. «Pro zatverdzhennya derzhavnih sanitarnih norm i pravil. Organizaciya roboti laboratorij pri doslidzhenni materialu, shcho mistit' biologichni patogenni agenti I – IV grup patogennosti molekulyarno-genetichnimi metodami».
12. DSP 9.9.5-080-2002 (2002) Derzhavni sanitarni pravila. Pravila vlashtuvannya i bezpeki roboti v laboratoriyah (viddilah, viddilennyah) mikrobiologichnogo profilyu. *Vid. oficijne. MOZ, Ukraïni, Derzhavna sanitarno-epidemiologichna sluzhba*, Kiïv, p. 39
13. CHEkan L.V., Tyurin E.A., Marinin L.I. (2012) K voprosu ocenki urovnya professionalizma u sotrudnikov mikrobiologicheskikh laboratorij. *Biozashchita i biobezopasnost'*, Vol. IV, n. 2 (11). pp. 10–14.
14. Borovik R.V., Dmitriev G.A., Kolombet L.V. [i dr.] (2008) Osnovy biologicheskoy bezopasnosti: principy i praktika: uchebno-metodicheskoe posobie, *Izd-vo «Medicina dlya vas»*, Moskva, 303 p.
15. Tyurin E.A. (2010) Faktory biologicheskoy bezopasnosti, *Biozashchita i biobezopasnost'*, Vol. II, n. 3 (4). pp. 34–39.
16. DBN V.2.5-67:2013 (2013) Opalennya, ventilyaciya ta kondicionuvannya. Vved. s 2014–01–01, *Minregion Ukraïni*, 147 p.
17. SN 4617-88 (1988) Obshchesoyuznye sanitarno-protivoepidemicheskie pravila i normy «Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) vrednyh veshchestv v vozduhe rabochej zony», *zatverdzenogo Golovnim derzhavnim sanitarnim likarem SRSR vid 26 travnya 1988 roku n 4617-88*, 23 p.
18. DSN 3.3.6.042-99 (1999) Sanitarni normi mikroklimatu virobnichih primishchen'. Vved. z 1999–12–01. *MOZ, Golovnij derzhavnij sanitarnij likar Ukraïni*, 12 p.

Abstract. The issue of biological safety of scientific laboratories of higher educational establishments of biotechnological, medical, biological faculties is considered in the work. The characteristics of BSL laboratories of different levels of biological safety are given. The relationship between the risk groups of microorganisms and the level of biosafety, the features of the use of personal protective equipment, biosafety boxes. The use of non-pathogenic (saprophytic) microbial cultures requires the mandatory fulfillment of special requirements and obliges the creation of safe working conditions in microbiological training laboratories. It is noted that the prevention of leakage of contaminants from training, research biotechnology, microbiological laboratories is the introduction of basic rules of biosafety and biosecurity in working with students and young scientists according to current standards, modern design of primary protective barriers, reliably designed fume hoods, insulated fume hoods common with separate air ducts and equipment.

Key words: biological safety, biosecurity, biological boxing, risk, infection, microbial culture, personal protective equipment, ventilation.

Стаття відправлена: 17.05.2021 г.

© Мітіна Н.Б.



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 drawing. Engineering graphics****Инженерная геометрия и компьютерная графика**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-071> **6**

COLOR AND TEXTURE ON THE CANVAS VS IN DIGITAL: AUTOMATION AND DIGITALIZATION OF CREATIVITY

ЦВЕТ И ТЕКСТУРА НА ХОЛСТЕ И В ЦИФРЕ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОЦИФРОВКА ТВОРЧЕСТВА

Girman A.V./ Гирман А.В., Babanska L.A./ Бабанская Л.А.

Tyutyunnik I.Y./ Тютюнник И.Ю., Matvieieva T.V./ Матвеева Т.В.

Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation**Транспорт**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-008> **19**

ELECTRIC CARS. DEVELOPMENT PROSPECTS AND TECHNICAL FEATURES

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Khalaim D.S./ Халаим Д.С., Ilna K.E./ Ильина К.Е.

Tsaregorodtseva E.O./ Царегородцева Е.А., Matvieieva T.V./ Матвеева Т.В.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-012> **27**

FEATURES OF DISTANCE TEACHING OF THE DISCIPLINE "INFRASTRUCTURE OF TRANSPORT SYSTEMS"

ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНФРАСТРУКТУРА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»

Pavlovska L.A. / Павловська Л.А.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-048> **34**

EFFECTIVE METHODS OF TRANSPORTATION OF VEGETABLE OILS

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕВОЗКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Vil'shaniuk M.S. / Вильшанюк М.С.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-070> **41**

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ROAD NETWORK ILLUMINATION ON THE NUMBER OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN GOMEL REGION

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСВЕЩЕННОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА КОЛИЧЕСТВО ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Dauhulevich V.A. / Довгулевич О.А.



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-080> 46

DEFINITION THE DESIGN SPEED DEPENDING ON THE HIGHWAY
FUNCTIONAL CLASS

*ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КЛАСУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ*

Arsenieva N.A. / Арсеньєва Н.О.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-101> 53

AUTOMATION OF RAILWAY OVERPASS CONSTRUCTION PROJECT
DEVELOPMENT

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ПУТЕПРОВОДА

Dubrovskaya T.A. / Дубровская Т.А., Kravchenya I.N. / Кравченя И.Н.

Lebid I.H. / Лебедь И.Г., Luzhanska N.O. / Лужанская Н.А.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-106> 59

SIMULATION MODELING OF URBAN PASSENGER TRANSPORT
SCHEDULE ON DUPLICATING STRETCHES

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ ГОРОДСКОГО

ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ДУБЛИРУЮЩИХ УЧАСТКАХ

Kravchenya I.N. / Кравченя И.Н., Azemsha S.A. / Азеша С.А.,

Feizullaeva L. S. / Фейзуллаева Л.С.

Building construction

Строительство и архитектура

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-026> 64

COMPARISON AND SELECTION OF FILLERS

ПОРІВНЯННЯ І ВИБІР ЗАПОВНЮВАЧІВ

Kovernschenko L.M./Коверніченко Л.М.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-055> 69

GEODETC CONTROL OF ENGINEERING SAFETY OF THE BUILDING

ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ІНЖЕНЕРНОЇ БЕЗПЕКИ БУДИНКУ

Kolosuk A.A. / Колосюк А.А., Nakhturov O. M / Нахмуrow О.М.

Zakharchuk V. V. / Захарчук В.В., Shyshkalova N Y. / Шишкалова Н.Ю.

Yurkovskyi R.G. / Юрковський Р.Г.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-065> 76

MONITORING OF AGRICULTURAL LAND WITH THE USE OF UAVS

МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ

ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА

Titova S.V/ Тітова С.В., Denysiuk N.O. / Денисюк Н.О.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-083> 83

NORMATIVE MONETARY VALUATION OF LAND OF SETTLEMENTS

НОРМАТИВНА ГРОШОВА ОЦІНКА ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ

Titova S./ Тітова С.В., Burduk Y. / Бурдук Я.А.



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-121> 88

MODERN BIM-TECHNOLOGY AT THE SOLUTION
OF PROBLEMS OF URBAN

СУЧАСНІ BIM-ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ ЕКОУРБАНІСТИКИ
Tatarchenko Halyna / Татарченко Галина, Chernih Oleg / Черних Олег

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-130> 94

PERFORMANCE ANALYSIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT
IMPLEMENTATION THROUGH THE HUMAN DEVELOPMENT INDEX
MEASURED IN POST-SOVIET COUNTRIES FROM 1990 TO 2020

*АНАЛІЗ УСПІШНОСТІ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЧЕРЕЗ ІНДЕКС
ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ ПОСТРАДЯНСЬКИХ КРАЇН ЗА ХРОНОЛОГІЄЮ (1990-2020)*
Kateryna Osypenko / Осипенко К.В., Pona Andriushchenko / Андрющенко І.М.
Yevhen Kliushnuchenko / Ключниченко Є.Є.

Industrial safety. Industrial accident prevention

Безопасность деятельности человека

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-037> 100

THE PROBLEM OF TRANSPORTING INVASIVE ALIEN ORGANISMS
WITH BALLAST WATER

*ПРОБЛЕМА ПЕРЕНОСУ ІНВАЗИВНИХ ЧУЖОРІДНИХ ОРГАНІЗМІВ З
БАЛАСТНИМИ ВОДАМИ*
Savchuk Ye.V. / Савчук Є.В.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-067> 108

THERMODYNAMIC CALCULATIONS OF SPINEL FORMATION IN
THE SYNTHESIS OF PIGMENTS FROM INDUSTRIAL WASTE

*ТЕРМОДИНАМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ШПІНЕЛЕУТВОРЕННЯ ПРИ СИНТЕЗІ
ПІГМЕНТІВ З ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ*
Ivanyuk E.V. / Іванюк О.В., Suprunchuk V.I. / Супрунчук В.І., Ostuk M.P. / Осъмук М.П.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-085> 112

ANALYSIS OF WORLD EXPERIENCE IN IMPLEMENTING DUAL
(DOUBLE) DRINKING WATER SUPPLY SYSTEMS

Krysinska D. O. / Крисінська Д. О.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-095> 118

AIR POLLUTION IN THE WORKPLACE COFFEE HOUSE OF COFFEE
BEAN DUST

ЗАБРУДНЕННЯ ПИЛОМ КАВИ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ У КАВ'ЯРНІ
Volodchenkova N.V. / Володченко Н.В., Nakemriy O.K. / Накемрій О.К.,
Tuz T.S. / Туз Т.С.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-129>

125

ABOUT STRESS-STRAIN ANALYSIS OF ROCK REINFORCEMENT
IN THE UNEVEN STRESS FIELD

*О РАСЧЕТЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
АРМОПОРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК В ПОЛЕ НЕРАВНОКОМПОНЕНТНЫХ
НАПРЯЖЕНИЙ*

Тупуна S.V. / Тынына С.В

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-132>

135

ACIDITY OF WETLAND SOILS OF SHATSK NATIONAL NATURE PARK

*КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ПРИРОДНОГО ПАРКУ*

Klymenko M.O. / Клименко М.О., Biedunkova O.O. / Бєдункова О.О.

Kovalchuk S.V. / Ковальчук С.В.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit16-03-134>

141

ASPECTS OF BIOLOGICAL SAFETY OF BIOECHOLOGICAL
LABORATORIES OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

*АСПЕКТИ БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ БІОЕХНОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ЗАКЛАДІВ
ОСВІТИ*

Zubareva I. M. / Зубарева І.М., Mitina N.B. / Мітіна Н.Б.



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEX COPERNICUS
high impact factor (ICV: 98.95)

Issue №16

Part 3

April 2021

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

Signed: April 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