



Issue №8

Part 2



International periodic scientific journal

ONLINE

www.sworldjournal.com

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 69.6)

SWorld Journal

**Issue №8
Part 2
May 2021**

With the support of:

D.A.Tsenov Academy of Economics - Svishtov (Bulgaria)
Institute of Sea Economy and Entrepreneurship
Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)
Ukrainian National Academy of Railway Transport
State Research and Development Institute of the Merchant Marine of Ukraine (UkrNIIMF)
Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education
Alecu Russo State University of Bălți
GUUPO "Belarusian-Russian University"
Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences
Odessa Research Institute of Communications

Published by:

SWorld & D.A. Tsenov Academy of Economics – Svishtov, Bulgaria

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

Editorial board: More than 220 doctors of science. Full list on pages 3-4

The International Scientific Periodical Journal "*SWorldJournal*" has been published since 2018 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.



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
- Georgievskij Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, senior scientific employee, SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Getman Anatolij Pavlovich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Gilev Gennadiy Andreevich, Doctor of Education, Professor, Moscow State Industrial University, Russia
- Goncharuk Sergey Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
- Granovskaya Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Grebneva Nadezhda Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
- 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 Sergey Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Dorofeev Andrej Viktorovich, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University, Russia
- Dorohina Elena Yurevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, G. V. Russian University of Economics Plekhanova, Russia
- Ermagambet Bolat Toleuhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Technology LLP, Kazakhstan
- Zhovtonog Olga Igorevna, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS, Ukraine
- Zaharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Zubkov Ruslan Sergeevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Nikolaev Interregional Institute for Human Development of the Higher Educational Institution "University of Ukraine", Ukraine
- Irbizi Hlahula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, FLKR - T. Bati University, Zlin, Czech
- Kalajda Vladimir Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University, Russia
- Kalenik Tatyana Kuzminichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Kantarovich Yu. L., Ph.D. in History of Arts, Odessa National Music Academy, Ukraine
- Kapitanov Vasilij Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Karpova Nataliya Konstantinovna, Doctor of Education, Professor, South Federal University, Russia
- Kafarskij Vladimir Ivanovich, Doctor of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionalism, Ukraine
- 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
- Knyazeva Olga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Bashkir State Medical University, Russia
- Kovalenko Elena Mihajlovna, doctor of philosophical science, Professor, South Federal University, Russia
- Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Kokebaeva Gulzhauhar Kakenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
- Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Kopej Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ivanovo State University of Chemical Technology, Russia
- Kostenko Vasilij Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Kochinev Yuriy Yurevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, St Petersburg State Polytechnic University, Russia
- Kravchuk Anna Viktorovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academy of the State Prison Service, Ukraine
- Kruglov Valerij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Kudernin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, PSU named after S. Toraiygrova, 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
- Lomoto Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine
- Lytkina Larisa Vladimirovna, Doctor of Philology, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Lyalkina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- 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
- Moisejkina Lyudmila Guchavna, 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
- Rokochinskij Anatolij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Water Resources and Environmental Management, Ukraine
- Romashenko Mihail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Rylov Sergey Ivanovich, PhD in Economics, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Saveleva Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Sochi State University, Russia
- Safarov Artur Mahmudovich, Doctor of Philology, Senior Lecturer, Russia
- Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Petersburg State University of Railway Engineering, Russia
- Semencov Georgij Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Sentyabrev Nikolaj Nikolaevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Culture, Russia
- Sidorovich Marina Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kherson State University, Ukraine
- Sirota Naum Mihajlovich, Doctor of Political Science, Professor, State University of Aerospace Instrumentation, Russia
- Smirnov Evgenij Ivanovich, Doctor of Education, Professor, Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky, Russia
- Sokolova Nadezhda Gennadevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Izhevsk State Technical University, Russia
- Storodubcev Vladimir Mihajlovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Stegnij Vasilij Nikolaevich, Doctor of Sociology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Stepenko Valerij Efremovich, Doctor of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia
- Stoycep Oksandr Vasilovich, Doctor of Philosophy, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Stoycep Vasilij Grigorevich, 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 Evgenovich, 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 Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
 Fedotova Galina Aleksandrovna, Doctor of Education, Professor, Novgorod State University, Russia
 Fedyanina Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
 Habibullin Rifat Gabdullakhovich, 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
 Chervoniy Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine
 Chigirinskaya Natalya Vyacheslavovna, Doctor of Education, Professor, Volgograd State Technical University, Russia
 Churekova Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Russia
 Shajko-Shajkovskij Aleksandr Gennadevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chernivtsi National University Y Fedkovich, Ukraine
 Shapovalov Valentin Valerevich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
 Shapovalov Valerij Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkiv Regional State Administration, Ukraine
 Shapovalova Viktoriya Alekseevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
 Sharagov Vasilij Andreevich, Doctor of Chemical Sciences, assistant professor, Balti State University "Alecu Russo", Moldova
 Shevchenko Larisa 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 Vasilievich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
 Elezovich M Dalibor, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Pristina University K Mitrovica, Serbia
 Yarovenko Vasilij Vasilievich, 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, Vasil 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, Adyghe 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
 Katerynchuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
 Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresearch 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 Oleksandrovych, 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 Kremenets, Ukraine

Demyanenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
 Makarenko Andriy Viktorovich, PhD in pedagogical sciences, docent, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
 Kharkovliuk-Balakina Natalia, PhD in biological sciences, docent, State Institution "Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Ukraine
 Chushenko Valentina Mykolajivna, PhD in pharmaceutical sciences, docent, National Pharmaceutical University, Ukraine
 Malinina Nina Lvovna, doctor of philosophical science, docent, Far Eastern Federal University, Russia
 Brukhansky Ruslan Feoktistovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Western Ukrainian National University, Ukraine
 Zastavetska Lesya Bogdanovna, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ternopil National Pedagogical University named after V Gnatyuk, Ukraine
 Kalabska Vira Stepanivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Uman State Pedagogical University named after Pavel 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, 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, Vasil 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, Adyghe 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
 Katerynchuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
 Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresearch 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 Stepanovich, 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
 Vykhrushch Vira Oleksandrivna, 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, Vasil 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, Poltavskaya 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 Lyubov Sergiivna, PhD in Philology, assistant professor, Kharkiv State Academy of Culture, Ukraine
 Suima Irina Pavlivna, PhD in Philology, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine



About the journal

The International Scientific Periodical Journal "SWorldJournal" has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars. Today, the journal publishes authors from Ukraine, Moldova, Russia, Kazakhstan, Belarus, Czech Republic, Bulgaria, Lithuania, Poland and other countries.

Journal Established in 2018. Periodicity of publication: twice a year

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 the INDEXCOPERNICUS, GoogleScholar.

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.



УДК 069.51

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN MUSEUMS

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МУЗЕЯХ

Zhandarbekova T.A. / Жандарбекова Т.А.

student / студент

Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Almaty, Ryskulbekova, 28

Казахская головная архитектурно-строительная академия, Алматы, Рыскулбекова, 28

Аннотация. В работе рассматриваются инновационные технологии, примененные в музейных зданиях. В XXI веке зачастую информационные технологии применяются в различных отраслях. Огромное количество компаний применяют их в своих сферах деятельности порой даже на государственном уровне. В постоянной разработке находятся новейшие средства коммуникации. Также информационные технологии затронули разного рода музеи и выставочные комплексы. А как правило, внедрение информационных технологий в музейные выставочные комплексы способно повысить интерес к данному виду развлечения и привлечь поток новых посетителей.

Ключевые слова: музей, инновационные технологии, экспонат

На сегодняшний день большое количество людей используют информационные технологии в повседневной жизни. Сейчас любую нужную информацию мы можем получить на просторах интернета. Фильмы с 3D эффектами, которые мы смотрим на сегодня стали обыденным так как день за днем появляются разного рода интерактивные развлечения. Один из таких, например, Microsoft Kinect, его можно установить дома. Именно поэтому сейчас во многих музеях используются информационные технологии для привлечения больше посетителей.

Сейчас веб-сайт является неотъемлемой частью в жизни любой компании, особенно в век информационной технологии, именно поэтому музеям необходим свой собственный сайт. Это своего рода обязательный пункт для привлечения и увеличения удобства посетителя. В веб-сайтах можно найти режим работы, цены на посещения экскурсий, расписание тех или иных выставок и контактные данные музея. Однако бывают целые музейные порталы, в которых можно приобрести электронные билеты, посмотреть интернет-магазин сувениров, а также провести виртуальный тур по экспозиционным залам. Подобные порталы имеются в крупнейших музеях мира как Лувр (рисунки 1), Эрмитаж и Кливлендский музей.

Персональные страницы веб-сайтов позволяют привлечь больше людей, заинтересовав предстоящими выставками, событиями и небольшим фотообзором. Такая активность музеев в социальных сетях позволяет лучше узнать интересы современной аудитории и помогает составить некий психологический портрет посетителей. На сегодня активно ведут свою социальную сеть мировые музеи Лувр, Государственный исторический музей, Эрмитаж и Британский музей.

Благодаря активным пользователям веб-сайтов можно собрать статистические материалы о частых поисковых запросах и найти самые популярные публикации. Здесь можно оставлять отзывы, комментарии о



выставках, благодаря которым новые посетители смогут узнать впечатления людей и более подробно изучить интересные выставки. Во многих музеях есть GPS навигация, с помощью которой осуществляется контроль перемещения посетителей по залу и видеокамеры, которые фиксируют эмоции людей на определенную экспозицию. На базе Дарвиновского музея в России (Москва) тестируется технология eyetracking (рисунок 2).

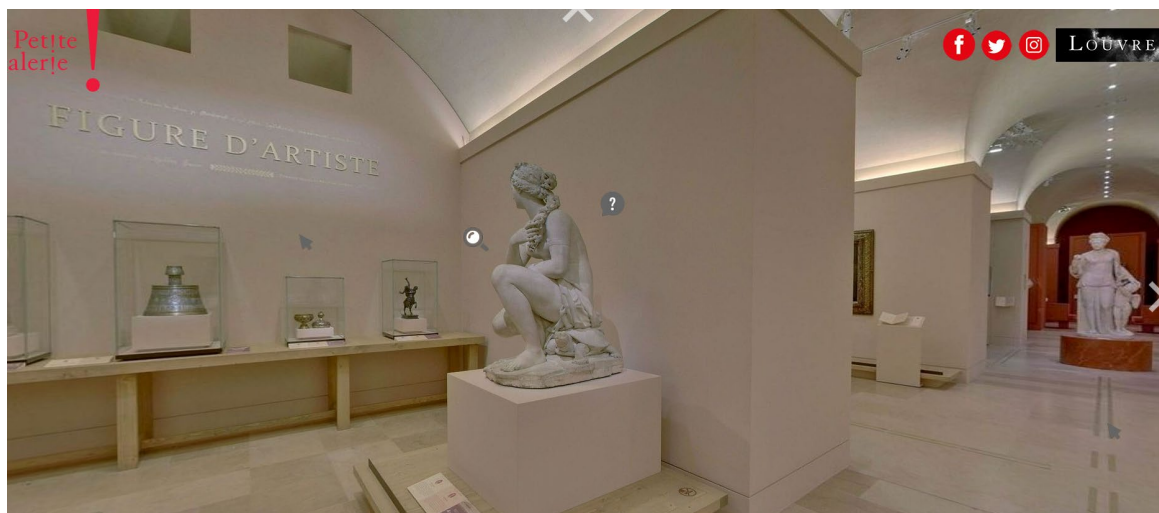


Рисунок 1. Виртуальная экскурсия в музее Лувр.

Источник: [<https://www.louvre.fr/en/online-tours>]



Рисунок 2 - Исследование визуальной среды музея при помощи eyetracking технологии

Источник: [<http://www.darwinmuseum.ru/blog/ajtreking-issledovaniya-v-darvinovskom-muzee/>]

Это технология позволяет отследить направление взгляда человека, благодаря которому можно грамотно и правильно разместить экспонаты.

В некоторых музеях для более удобного времяпровождения посетителей проводятся индивидуальные интерактивные экскурсии, которые составляются онлайн под заказ определенного посетителя.



Под предводительством Евросоюза проводится разработка технологии CHESSE, которая позволяет генерировать маршруты «под заказ». На главной странице сайта электронный куратор предлагает список программ посещения самых известных музеев. После того как пользователи зарегистрировались нужно выбрать подходящий маршрут, редактировать его по собственному желанию, а затем нужно скачать интерактивный гид на телефон. С интерактивным гидом можно посетить музей по маршруту, который был построен самостоятельно и узнать только интересующую информацию. По такой технологии работают в музеях Греции и Франции.

Благодаря внедрению инновационных технологий можно увеличить эмоциональные впечатления посетителей музеев. Например, существуют интерактивные столы, которые не только дают информацию об экспонате, но и позволяют взаимодействовать с ним за счет своего динамического изображения. Как пример можно привести интерактивное пространство Gallery One Кливлендского музея. Здесь выполнена система Microsoft Kinect, которая помогает взрослым и детям более подробно познать разного рода произведения искусства и экспонатов. Веб-камеры, расположенные в залах, распознают движение и мимику человека. А также в виртуальной реальности в режиме реального времени камеры способны найти схожих персонажей разного рода произведений изобразительного искусства из коллекции выставочного музея.

В наше время представляется возможность, не выходя из дома, при наличии всего лишь интернет кабеля и ноутбука увидеть произведения искусств мирового уровня, которые хранятся в других музеях. Специально для этого во многих музеях создаются 3D копии экспонатов, которые размещаются на сайте. Есть сайты, с которых можно скачивать 3D модели, а после можно и распечатать на специальном 3D принтере. На сегодня один из больших подобных проектов реализует Смитсоновский музей вместе с Autodesk.

Существует проект под названием Google Art&Culture. На портале проекта были объединены ценные материалы лучших музейных собраний мира. В рамках проекта оцифровано множество экспонатов и сформирована система навигации. Экспонатов можно найти по имени автора, названию, технике исполнения, тематике и направлению искусства. Также здесь пользователям Google Art&Culture предлагаются около 60 музеев с виртуальными турами.

Дополненная реальность открывает новые возможности для технико-научных музеев. В Токио в футуристическом музее Мирайкан (рисунок 3) посетители могут «отправиться» в полет на орбиту Земли.

В Национальном музее Вашингтона с помощью приложения Skin and Bones скелеты животных могут «оживить» на наших глазах обретая кровь и плоть. А в Дарвиновском музее на экспозиции «Путешествие с животными» звери могут «выйти» к гостям из витрин.

Заключение и выводы.

Бесспорно, внедрение инновационных технологий в музейное дело считается дорогим удовольствием, но оно того стоит. Благодаря таким технологиям посещение музеев стало еще более познавательным и развлекательным мероприятием ведь информация в виде «игры» намного лучше



усваивается. И благодаря различным нововведениям можно постоянно удерживать и современной аудитории к традиционным музейным экспозициям.



Рисунок 3 - Экспозиции футуристического музея Мирайкан

Источник: [<https://womanadvice.ru/muzey-miraykan>]

Литература:

1. Российская музейная энциклопедия — [Электронный ресурс], код доступа: <http://www.museum.ru>
2. Гончарик, Н.Г. Цифровые мультимедийные технологии — смысловые средства передачи информационного содержания // Проблемы создания информационных технологий: сб. науч. тр. — 2012. — Вып. 21. — с. 74–76
3. Новости искусства — [Электронный ресурс], код доступа: <http://www.theartnewspaper.ru>
6. Ascreen — [Электронный ресурс], код доступа: <http://www.ascreen.ru>
4. Информационные технологии в культуре: курс лекций / Е.С. Толмачева, С.Л. Замковец, Ю.В. Виланский, Н.Л. Гончарова. — Минск: Современ. знания, 2010. — 264 с.



Abstract. *The paper considers innovative technologies used in museum buildings. In the XXI century, information technologies are often used in various industries. A huge number of companies use them in their fields of activity, sometimes even at the state level. The latest means of communication are constantly being developed. Information technologies also affected various museums and exhibition complexes. And as a rule, the introduction of information technologies in museum exhibition complexes can increase interest in this type of entertainment and attract a stream of new visitors.*

Key words: *museum, innovative technologies, exhibits*

Статья отправлена: 22.04.2021 г.

© Жандарбекова Т.А.



УДК 721.925

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE DESIGN DEVELOPMENT PROCESS OF ARCHITECTURAL COMPANIES

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ПРОЕКТНЫХ РАЗРАБОТОК АРХИТЕКТУРНЫХ КОМПАНИЙ

Shadibekov T.K. / Шадыбеков Т.Х.

student / студент

Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering,
Almaty, Ryskulbekova, 28

Казахская головная архитектурно-строительная академия,
Алматы, Рыскулбекова, 28

Аннотация. В работе рассматриваются сложности процессы перехода на параметрическое проектирование архитектурных компаний, связанные с особенностями существующей линейки программного обеспечения. Рассмотрены некоторые программные продукты и способы взаимодействия их с информационными проектными технологиями.

Ключевые слова: проектные технологии, информационное моделирование, архитектура зданий

BIM (англ. Building Information Modeling), или технологии информационного моделирования зданий и сооружений, – это далеко не новое явление, о котором слышала, наверное, на нынешний момент каждая уважающая себя организация хоть как-то связанная с проектированием и строительством зданий и сооружений. [1] Технологиям информационного моделирования находят с каждым годом все более широкое применение в разных странах. Но несмотря на это мало кто может грамотно перестроить все проектные процессы и произвести верное и полное внедрение BIM в проектное производство своих фирм, изменив саму суть методологии ведения проектных процессов. (рисунок 1).



Рисунок 1. Схема внедрения BIM.

Многие архитектурно-строительные компании все еще не уверены в преимуществе BIM технологий в основном из-за отсутствия опыта внедрения, грамотных специалистов, финансовых возможностей, либо из-за консервативной точки зрения на проектные и строительные процессы в целом, в котором BIM зачастую игнорируется. В особенности на этапе



концептуального или эскизного проектирования архитекторы игнорируют использование подходов BIM, полагаясь на стандартные методы моделирования используя такие программные обеспечения как 3DsMAX, SketchUp, AutoCAD.

Многие архитекторы интегрируют параметрическое моделирование и визуальное программирование в рабочие процессы своих проектов, используя такие приложения, как Grasshopper, Rino, Dynamo. Однако если бы они изначально применяли частично данную технологию, то многие рабочие моменты можно было бы решить уже на начальных этапах проектирования. (рисунок 2).

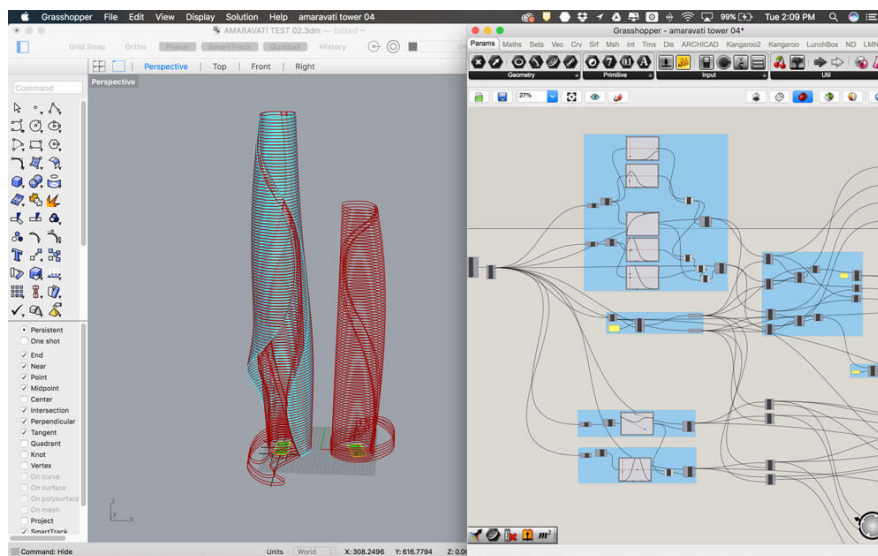


Рисунок 2 – Рабочий процесс в программах Grasshopper и Rino.

В основе начального процесса BIM проектирования, как правило, лежит параметрическое моделирование. Технически это значит, что BIM модель, ее типы и экземпляры имеют определённые параметры и настройки: ширина, длина, высота, тип изделия, массу, площадь, стоимость и т.д. [2]. То есть каждый объект в 3D модели имеет настройки имитирующие реальные свойства и поведение строительного материала, путем установки значений свойств всех параметров. Тогда, как консервативный пользователь вручную моделирует всю геометрию, а все свойства и параметры и вовсе отображает лишь в визуальном плане, либо в сторонних приложениях, что приводит к постоянным недопониманиям между смежными разделами и ярко выраженным коллизиям. (рисунок 3)

Хотя BIM сильно зависит от параметрической функциональности, он в основном используется на объектном уровне, где пользователь контролирует создание каждого объекта в отдельности собирая это все в общую логически составленную цепочку, поэтому BIM модель, больше похожа на сборку самостоятельных объектов, с полным контролем как над общей формой, так и над единым объектом модели.

Основными преимуществами информационного моделирования можно аргументировать тем, что 3D модель полностью структурирована, с четко заданной информацией. Через моделирование и параметризацию 3D объектов,



создается информация о самом проекте, а также дополнительная информация свойств элементов и экземпляров, из которых состоит основная модель.

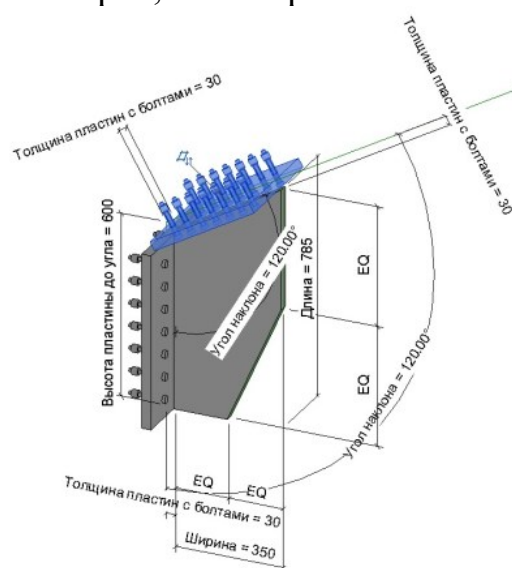


Рисунок 3 – Параметрическое семейство Revit

Кроме того, правильно структурированная BIM модель способна выдать всю разрешительную документацию, в соответствии с нормативным оформлением того или иного государства. Прежде всего в виде 2D чертежей, такие как планы, фасады, разрезы, спецификации, узлы и т.д. которые по-прежнему необходимы для получения разрешения на строительство и для реализации строительных работ.

Параметрический подход моделирования является более гибким, например Rhino, MicroStation и CATIA для Grasshopper. Когда геометрия полностью сгенерирована у пользователя есть возможность экспортировать свои параметрические модели в разные программные обеспечения на основе BIM и продолжить работу уже там [3].

Например, стена в BIM модели, является системным элементом, который получает полный состав свойств, включая утеплитель и отделку. (рисунок 4)

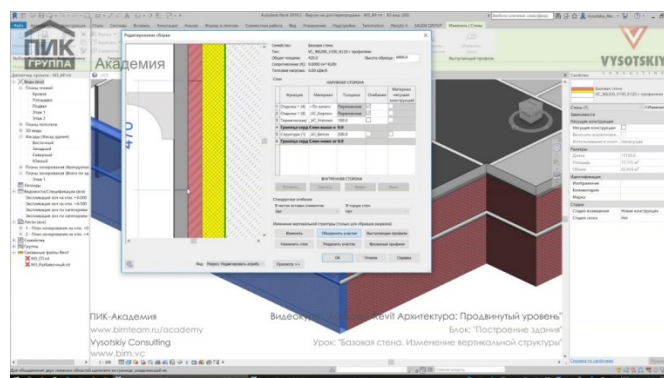


Рисунок 4 – Параметры системного семейства стены в Revit

BIM проектирование, ориентированно в основном, на геометрию модели. Хотя и сама модель привязана к внешним аналитическим инструментам, которые представляют собой различные спецификации или графики, для



оценки различных критериев эффективности проекта, таких как расчет инсоляции, аэрации или потребление энергии, все же сам процесс по своей сути сосредоточен на основной 3D модели и на ее элементах.

Полученная геометрия содержит мало информации на начальном этапе проектирования и имеет не большие отличия от модели, созданной в традиционных системах САПР. Однако BIM подход так же удобен тем, что есть возможность работать в едином формате IFC (Industry Foundation Classes) - формат данных с открытой спецификацией, которая не контролируется ни одной компанией или группой компаний. Данный Формат файла был создан компанией building SMART (International Alliance for Interoperability, IAI) для упрощения взаимодействия в строительной индустрии.

Недавно была запущена программа OpenBIM. ([url: Buildingsmart.com/openbim](http://url:Buildingsmart.com/openbim)), при поддержке BuildingSMART и некоторых софтверных компаний такие как Tekla, Graphisoft и Nemetschek.v OpenBIM ориентирована на упрощение обменом данных и информацией на основе формата файла IFC, независимо от используемого программного обеспечения [4].

Уменьшение существующих разрывы между 3D моделью, созданной на основе параметрического моделирования и программного обеспечения для создания BIM моделей, для проектировщиков становится серьезной задачей. Одним из подходов является – использование BIM совместимых данных, а именно форматы для передачи более насыщенных моделей между обеими методологиями. Параметрическую модель можно использовать, для генерации входных файлов и данных, в формате IFC, которые в дальнейшем можно импортировать в программу на основе BIM [5].

Обмен моделями через IFC по-прежнему будут развиваться, особенно когда станет доступно больше IFC-совместимых программных фреймворков с открытым исходным кодом.

Например, Система «ANAR +» с открытым исходным кодом (Labelle et al, 2009) генерирует скрипты из параметрической модели, обрабатывает данные (Reas & Fry, 2007) и включает возможность определения собственных настроек и под настройками BIM модели. Работает это все, как система в виде GDL-совместимых скриптов, которые используются при определении параметрических объектов в ArchiCAD. То есть данный подход заключается не только в обмене 3D моделью или его элементами, а в передаче данных, системных настроек, переносе данных с диспетчера проекта (листы с чертежами, спецификации, аннотации, ведомости и т.д.).

В заключении можно сказать, что создание цифровой модели больше полагается на парадигмы параметрического проектирования, где замысел проекта и внешние информационные потоки могут быть заимствованы, для создания информационной модели. Программное обеспечение делает их совместимыми с системами BIM, преимущества обоих подходов могут дополнять друг друга и объединены в более цельный цифровой рабочий процесс, где нет определённой конкретной программы или инструмента, но информационные потоки находятся под контролем.



Заключение и выводы.

В заключении можно сказать, что создание цифровой модели больше полагается на парадигмы параметрического проектирования, где замысел проекта и внешние информационные потоки могут быть заимствованы, для создания информационной модели. Программное обеспечение делает их совместимыми с системами BIM, преимущества обоих подходов могут дополнять друг друга и объединены в более цельный цифровой рабочий процесс, где нет определённой конкретной программы или инструмента, но информационные потоки находятся под контролем.

Литература:

1. Козлов И.М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // AMIT: электрон. журн. 2009. № 3(8)
2. Eastman, C., Teichholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors // Справочник BIM, изд. John Wiley and Sons Нью-Джерси - 2011- С 648.
3. Дронов Д.С., Киметова Н.Р., Ткаченко В.П. Проблемы внедрения BIMтехнологий в России // Международный научный журнал «Синергия наук», 2017, № 10 – с. 529-529.
4. A Russian example of the OPEN BIM approach. I. Viner-Usmanova. Case study. Rhythmic Gymnastics Center in the Luzhniki Complex. 2019. URL: <https://graphisoft.com/pt/case-studies/the-center-for-rhythmic-gymnastics> (дата обращения 10.04.2021)
5. Mirtschin, J. Engaging Generative BIM Workflows. Collaborative Design of Lightweight Structures - LSAA. // изд. Сидней. Австралия - 2011- С 8.

Abstract. *The paper discusses the complexities of the transition to parametric design of architectural companies associated with the features of the existing line of software. Some software products and ways of their interaction with information design technologies are considered.*

Key words: *design technology, information modeling, building architecture*

Статья отправлена: 22.04.2021 г.

© Шадыебеков Т.Х.



УДК: 05.23.00

COMPARISON OF DISPLACEMENT VENTILATION AND MIXING VENTILATION FOR INDOOR ENVIRONMENT CONDITIONS IN OFFICES: PHYSICAL CALCULATIONS

СРАВНЕНИЕ НИЗКОПОДВИЖНЫХ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ И ДИФFUЗОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДХОДЯЩИХ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ: ФИЗИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.

Sudziuviene R.*Lecturer**Klaipėda state university of applied sciences faculty of technologies department of environmental and construction engineering, Bijunu str. 10, Klaipėda, Lithuania***Parisauskiene D.***Lecturer**Klaipėda state university of applied sciences faculty of business department of pedagogy, Jaunystes str. 1, Klaipėda, Lithuania***Sudziute I.***Mechanical engineer**UAB „Komfovent“, Ozo str., Vilnius, Lithuania*

Annotation: In this century all technologies are advancing fast. Now buildings are heated using district heating systems, electricity or heat pumps. Instead of natural ventilation systems usually mechanical ventilation systems are installed in the buildings. An interest of improving efficiency of office work, while indoor environment conditions are changed, is growing increasingly. If we desire to create better quality of indoor air, it is not enough to know the temperatures of inside and outside air. Nowadays, it must also be considered other factors of thermal comfort and indoor air quality. The main purpose of this article is to find out which ventilation system, displacement or mixing ventilation is better for offices. Also it is relevant to find out what impact the ventilation system has on the employees and how it can affect the owner of the building. Another aim is to find out differences between displacement and mixing ventilation system. Furthermore the thesis discusses the advantages and disadvantages of these types of ventilation. It is important to find out the optimal type of ventilation. After all, the most famous theoretical physicist Albert Einstein once said that “Everything should be made as simple as possible, but not simpler”. This rule is valid also in ventilation systems. It is significant to find the most suitable but at the same time the ventilation type which is simplest to install, because just in this case the productivity of the employees, indoor air quality will be improved. Also savings of the potential energy will be created. Well, and during a pandemic, this topic is becoming more and more relevant, not only in terms of people’s ability to work, but also in terms of people’s lives.

Keywords: displacement ventilation, mixing ventilation, office buildings, indoor climate, thermal comfort

Introduction.

Nowadays, there are a lot of people who work in offices. In order to maintain the productivity of work, it is necessary to keep up the appropriate microclimate conditions indoors. Usually when people are working they start to yawn. It happens not because they are bored, but at that time the concentration of the carbon dioxide in the indoor air is too high. In this case it must be used properly balanced mechanical ventilation. The period when people are spending time in non-ventilated places is disadvantageous for their health; it reduces the efficiency of work and creates unpleasant feeling. Polluted air can cause many various health problems for people;



for example frequent headaches, allergies, insomnia and other diseases [2]. However if the place has appropriate ventilation system no discomfort is felt and also the productivity of people increases. Ventilation system is designed specifically to maintain the suitable under climate conditions which are safe, comfortable and healthy for humans [3].

Literature review.

People's ability to work is one of the most important factors influencing the results of any organization. The results of research conducted in recent years show a direct relationship between environmental microclimate parameters and human employability. Statistical studies in large Western companies or offices show that the average area per person is 20 m², but in the USA and China this area is only 10 m². However, despite the fact that the smaller the area, the lower the costs, but such efficient use of the area also has negative features. After all, the larger the number of employees, the higher the air pollution with carbon dioxide (CO₂). Air temperatures rise from people and equipment. In the last decade alone, the amount of heat emitted by computers per working day has increased from 1 kW to 12 kW. Therefore, it is very important to regulate the room temperature and ventilation so that the quality of the indoor microclimate does not deteriorate. Here, N. B. Kayea suggests using cool night air for ventilation. Mechanical ventilation alone makes it difficult to maintain the right air temperature, especially during the warm season, when the outdoor temperature is high. Air conditioners are then used that not only regulate the air temperature but also maintain the required humidity. When installing air conditioners, it is not necessary to run large diameter pipes necessary for mechanical ventilation [4].

According to Wargocki P. to achieve the best results of the office work, it is necessary to have the appropriate indoor environment. The indoor air quality has a direct connection with the preferably (high) performance probability of the employees [3]:

1. Two times bigger supply rate of the outdoor air can decrease a sickness of the employees approximately by 10% and it will increase the productivity of work approximately by 1,5%.
2. Decreasing the temperature which is above 24°C can increase the effectiveness of office work by 1,5% by every 1°C.
3. Increasing the temperature which is below 20°C can increase the effectiveness of office work by 2% by every 1°C.
4. The effectiveness of office work can be increased by 1% if the percentage of dissatisfied be reduced by 10%.

The benefits of the appropriate indoor environment by using proper ventilation system are not only for employees. The biggest intention to improve the indoor environment should be from building owner.

Corgnati S. P. claims that effectiveness of the ventilation system in office or other type of building can be assessed using two different methods [6]:

1. The effectiveness of removal contaminant ϵ_c :

This method defines the duration thought which airborne contaminant is eliminated from indoor air. The effectiveness is calculated by Equation 1:



$$\varepsilon_c = \frac{c_e - c_s}{c_{\text{mean}} - c_s} \quad (1)$$

where: ε_c - the effectiveness of removal contaminant, c_e - the contaminant concentration in the exhaust, c_s - the contaminant concentration in the supply, c_{mean} - the mean concentration in the room

2. The air change method:

This method defines the quantity of times through which the air is eliminated from the room during one hour. The air change is calculated by Equation 2:

$$n = \frac{q_v}{V} \quad (2)$$

where: n - air change rate [h^{-1}], q_v - air flow rate [m^3/h], V - volume of the room [m^3].

After the air change rate is calculated, the nominal time constant can be easily found. The nominal time constant shows how long the air will be inside the space until it is extracted. This value can be calculated by Equation 3:

$$T_n = \frac{1}{n} \quad (3)$$

where: T_n - nominal time constant [h], n - air change rate [h^{-1}].

It is very important to solve the issues of indoor microclimate in time, but most administrations try to choose the easiest way - to install an air conditioning system. The air conditioners are switched on in the maximum mode, windows and doors are closed - this causes a devastating effect on air quality. Therefore, hoping to create a work-friendly environment exacerbates the situation. Mattheos Santamouris, project manager at Renson, said: "Air conditioning without ventilation is the worst solution." Therefore, it is very important to choose smart rather than quick solutions. In this article, we will try to talk more about the two main types of mechanical ventilation in office buildings. They are displacement and mixing ventilation. Figure 1 shows the differences of air distribution in mixing and displacement ventilation.

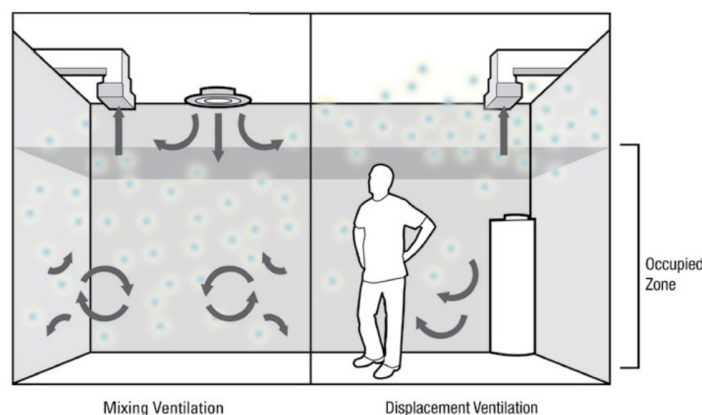


Figure 1. Mixing and displacement ventilation

Briefly about displacement ventilation. In such a system the supply air usually goes close to the floor and it has low velocity it means that the supply air goes across the floor it displaces warm air. In the room with displacement ventilation system the



cold air will slowly leave the diffuser and travel along the floor into the space. When the supply air meets a heat source, for example an employee, a customer or even a computer, the heat will cause the air to rise. In this convection air lifts contaminants up and out of the occupied zone. This also pulls supply air up across the person providing them with comfort and fresh air (in this case employees who are working in the office can more easily to acquire the information which is given). This means that the quality of work will be improved.

Displacement ventilation is an emerging alternative to traditional mix flow air distribution systems. This type of ventilation systems is well suited for areas with high ceilings. In the summertime cooling configuration, the cold air is supplied at a low velocity by diffusers near the ground and warmed by occupants and equipment. This warm air will raise taking pollutants with it and is collected for exhaust at the ceiling level. Displacement ventilation not only translates to energy savings from reduced fan usage and higher acceptable supply air temperatures, but it also raises indoor air quality.

The second type of ventilation we are considering is Mixing ventilation. In this ventilation type the fresh air gets into the offices or the other places from the top of the room [1]. Mixing ventilation means that the fresh air is mixed with local air and all contaminants also are mixed. Accordingly the concentration of contaminants is less than it is specified in the regulations of indoor air quality [2]. In mixing ventilation system the extract air goes out from the outlet devices which are also located at the ceiling. The main requirement for mixing ventilation is that a trajectory of the supply air must be the same when the supply air temperature and quantity are changing [1]. For this purpose, the supply air is goes through two streams, a fundamental and directional. The flow rate of the main steam is changing and the deflector is not. This allows giving such a volume of motion for the supply air, which gives constant flow path when gravitational forces are changing.

Research methodology.

The main purpose of the measurements was to compare two types of ventilation: displacement ventilation and mixing ventilation. And to find out which ventilation system is better for offices and also to analyse what impact it has to indoor environment conditions. All measurements were performed in a laboratory in a room specially designed for the experiment (XAMK University). The size of this room 6,8×3m. During an experimental part the different heights of the room were used. First of all, the measurements were done using 2,65m height of the room, and later 3,1m height was used. Consequently, the volume of the room varies between 54,06m³ and 63,24m³.

In the first part of measurements, the test room was made up as office space for one person (Figure 2).

A floor surface for one person was 20,4m² which is more than 12m²/person. According the regulations LV 05-10440 the air flow from supply air device 13 dm³/s were used. Also the same quantity of air was extracted from the room using one extract air device.

In the second part of measurements, the test room was made up as 4-person office space (Figure 3).



Figure 2. A test room simulated as 1-person office room



Figure 3. A test room simulated as 4-person office room

A floor surface for four persons was $5,1\text{m}^2/\text{person}$, which is less than $12\text{m}^2/\text{person}$. So according to the regulations LV 05-10440 the air flow from supply air device $11\text{dm}^3/\text{s}$ per person were used. The same amount of air was extracted from the test room using four extract air devices.

During the measurements three different devices were used: two devices of mixing ventilation and displacement ventilation device. Both mixing ventilation devices were installed in the ceiling. All supply and extract air devices are made by “FläktGroup” company.

We used this equipment to perform the study (Figure 4):

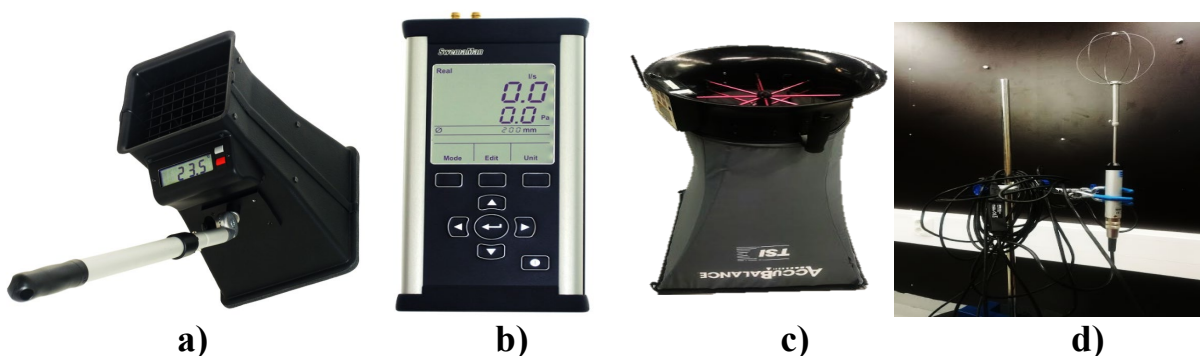


Figure 4. Equipment used in the study

To measure the air flow in the circular supply and extract air devices the air flow hood Swema Flow 236 was used (Figure 4 a). To measure the air flow from semi-circular wall-mounted supply air terminal micro manometer Swema Man 8 was used



(Figure 4 b). Flow measuring hood AccuBalance 8370 was used to measure the air flow from multi-nozzle rectangular diffuser (Figure 4 c). Data were obtained in four different heights which are important for sitting and standing person:

1. 0,1m (foot level);
2. 0,6m (knee level);
3. 1,1m (head level for a sitting person);
4. 1,7m (head level for a standing person).

The velocity of air was measured using omnidirectional anemometer Swema 03. The device is presented in Figure 4 d. The values where were received at 1,1 m height of the room.

Research results and their analysis.

The experiments were performed 4 times, their duration was always the same and lasted after 10 min. In the measurement case 1 and 2 the test room was simulated to 1-person office room. And in the measurement case 3 and 4 the test room was simulated to 4-person office space. The temperature of supply air was 18°C in every case.

First of all measurements have been done in test room which was made as 1-person office room. The sum of internal heat loads was 673W. The height of the room was 2,65m and the air flow was 13dm³/s. The values of temperature when displacement ventilation is operated are presented in (Figure 5 a). In the same conditions the measurements were performed also with mixing ventilation system. The values of temperature when mixing ventilation is operated are presented in (Figure 5 b).

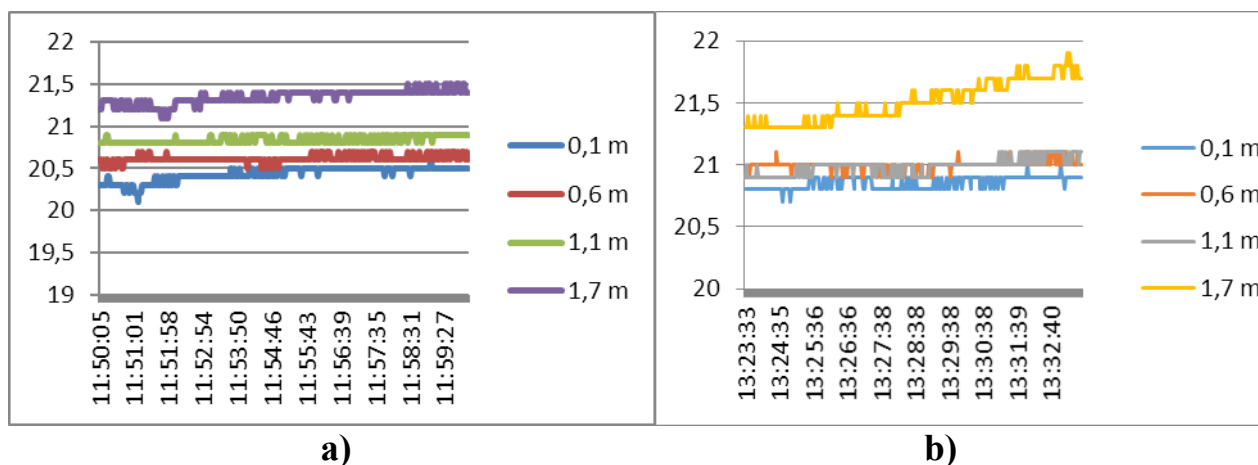


Figure 5. Indoor air temperature in a one-person office with a room height of 2.65 m with different ventilation methods

According to the graphical data (Figure 5 a) we can see a tendency that in displacement ventilation system the supply air goes across the floor. It means the temperatures in different levels of the room are not the same. In the higher level the temperature is bigger than in previous one. However the situation in mixing ventilation system is different (Figure 5 b). The temperatures in occupied zone, where a simulated human was standing, are approximately the same. It confirmed the fact that in this type of ventilation system the supply air mixed with room air right away.



The second test was performed by changing only one parameter, that is, increasing the height of the room to 3.1 m. Temperature values for different ventilation modes are given (Figure 6 a, b).

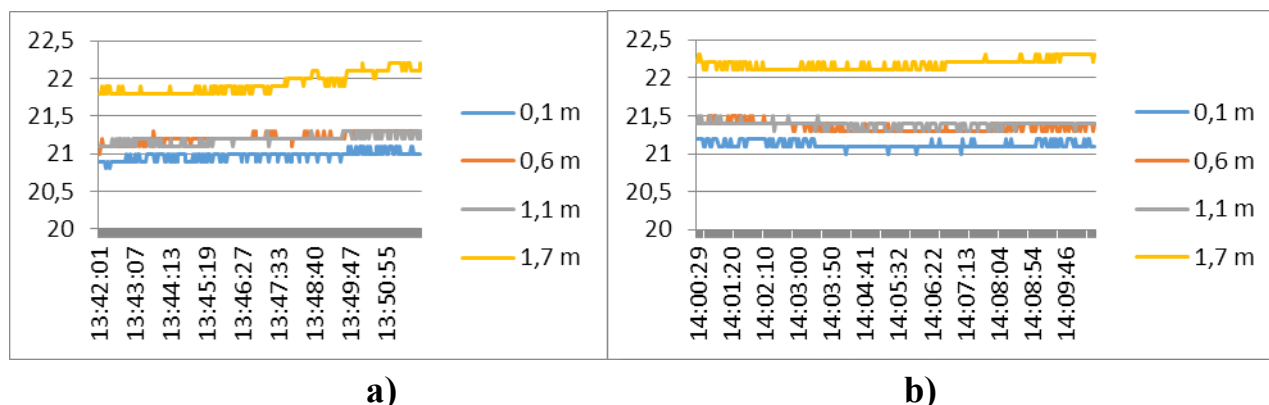


Figure 6. Indoor air temperature in a one-person office with a room height of 3.1 m with different ventilation methods

Analogously in measurement case 2 there is similar values as in measurement case 1. This congruence can be explained because of very low designed air flow ($13\text{dm}^3/\text{s}$). However the temperatures are more convenient while displacement ventilation is used. So in this case it is easier to get comfortable indoor environment conditions using displacement ventilation.

The nominal time constant was calculated : in the first test it is 1.16 h and in the second 1.35 h. It is possible to make a conclusion that in both cases the employee who will be working in that indoor environment feel discomfort factors such as sleepiness, tiredness and his work will be not efficient. The air flow must be increased for this type of space.

Further, the experiments were fought using the same ventilation methods, only now they were simulated in the office premises of 4 persons. First, the height of the room was 2.65 m. (Figure 7 a, b).

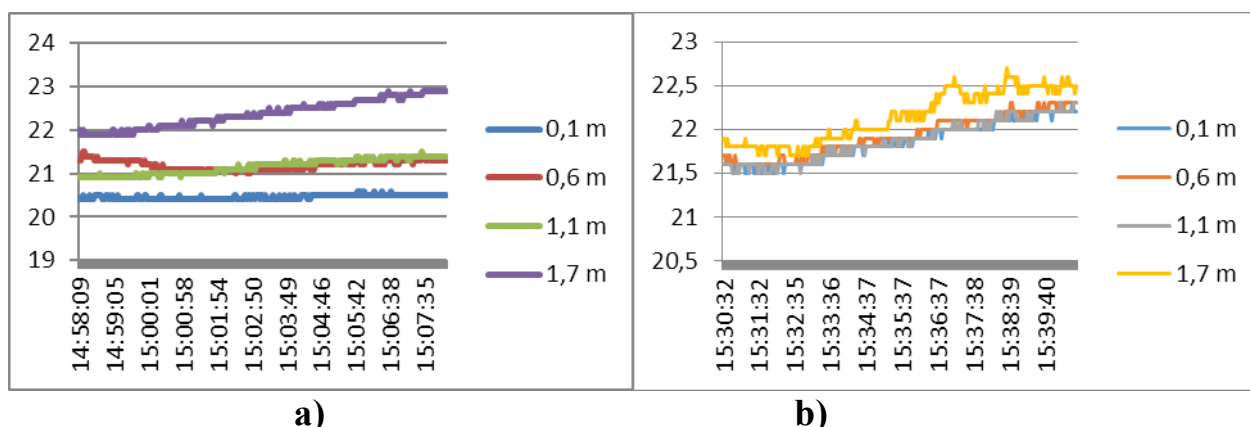


Figure 7. Indoor air temperature in a 4-person cabinet with a room height of 2.65 m with different ventilation methods

From these graphs, the differences from the previous ones are very clear. The graphical data from Figure 7 a, b shows the variations between displacement and mixing ventilation in more accurate way. In both cases the temperatures during the



time are getting higher. It happens because in the internal heat load is more than 2 times bigger than in test room which was simulated to 1-person office room. However, the indoor environment conditions for employees who are usually sitting during the work are more convenient with displacement ventilation system.

And in the last test, the same measurements were made by changing the height of the room to 3.1 m. Other parameters were the same as in measurement case 3. And here again we see the temperature differences between the two ways of ventilating the room (Figure 8 a, b).

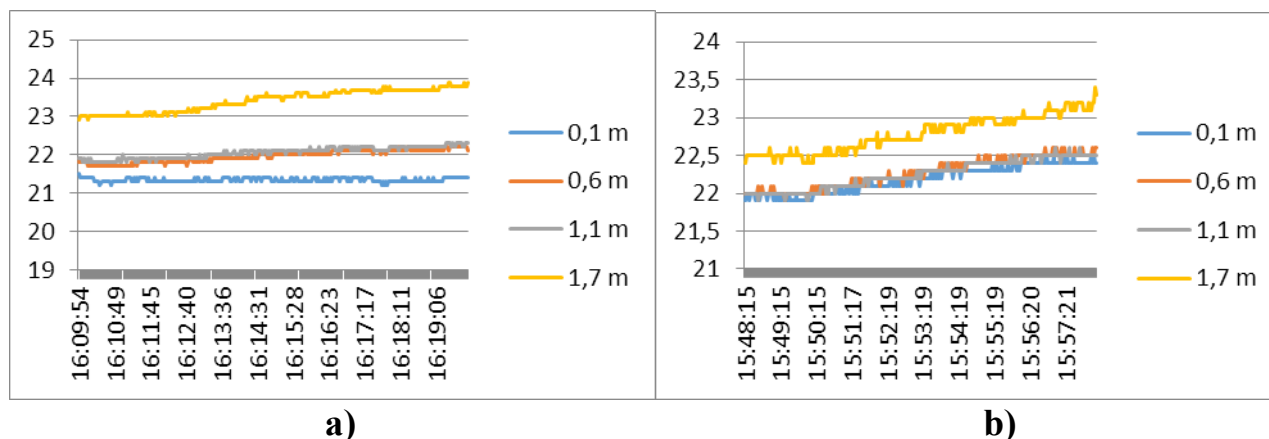


Figure 8. Room air temperature in a 4-person cabinet with a room height of 3.1 m with different ventilation methods

We see that the results of the last two tests in the workroom of four people are similar. According to the classification LV 05-10440 the class S2 the temperature of a level 1,1m is too high for both ventilation systems. The idea is that in the space 4 computers, 4 simulated humans were used which created a large amount of internal heat load (1306W).

According to the recommendations LV 05-10440 category 2, the air velocity must be less than 0,17m/s. The value of air velocity is very important for draft sensation. The size of air velocity was measured during every experiment at 1,1m height of the room. The values are showed in (Figure 9).

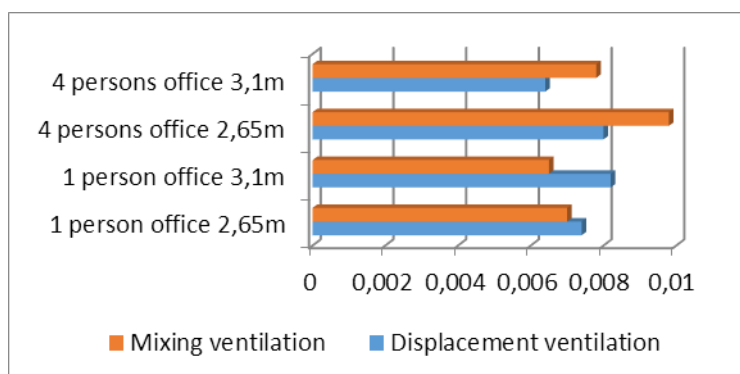


Figure 9. Air velocities during different measurements

According to the measured results, the air velocity doesn't reach the air velocity values which are given in recommendations. It means that there are no possibilities to air drought.

We will try to briefly describe the results obtained. According to the regulation



LV 05-10440 in class 2 a main temperature in the room should be 21.5°C . This value can fluctuate between 20.5°C and 22.0°C . The temperatures which were recorded in the test room which was simulated as one person office room are given and compared in (Figure 10).

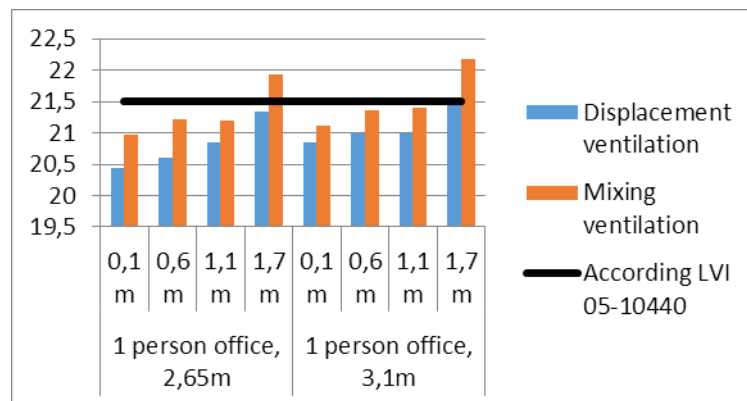


Figure 10. Comparison of temperatures in one person office

From the diagram we can see the temperatures which were received using the mixing ventilation system are closer to the values which are given in the regulations. Consequently, in this case for both heights it is better to use a mixing ventilation system if the comfortable indoor environment conditions are the main goal.

The situation of air temperatures in the test room which was simulated as four person's office also is analyzed. According to the regulation the temperature values stay the same. The temperature values which were given in this type of office space are presented in (Figure 11).

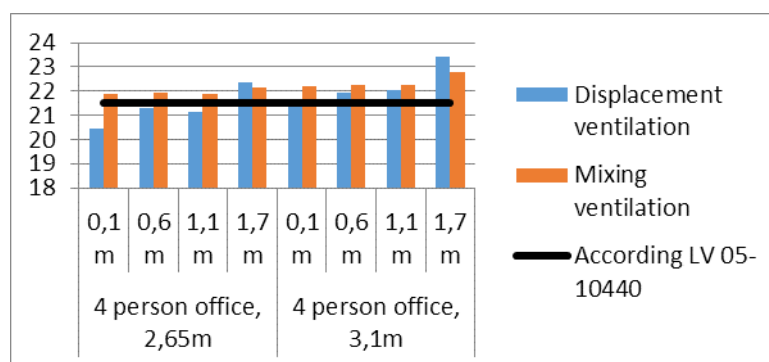


Figure 11. Comparison of temperatures in 4-person office

Seeing that the a workplace is adapted for seated work the most important temperatures must be on the levels 0.1m, 0.6m, 1.1m. On the strength of the temperatures which were received in 4-person office space the temperatures are superior and closer to values in the regulations using displacement ventilation system.

Conclusions.

This study was designed to compare two different types of ventilation: displacement ventilation and mixing ventilation. Also to find out which of these systems are more suitable for offices? And to analyze what impact it has on productivity and performance.

Here are some of them:

1. Better final findings can be made from the measurement results of test room



which was simulated to 4-person office place. Whereas the floor area stayed the same size (20.4m²) and work places for four people occupy the biggest part of the room. It isn't easy to find an appropriate place for displacement ventilation for such type of space. It is possibility to use two units of displacement ventilation diffusers in different places of the room.

2. If the all results are summed up, it can be predicted that mixing ventilation for 4-person office space is superior option than displacement ventilation. In both cases (with the room height 2.65 m and 3.1 m) when using a mixed ventilation method, the dissatisfaction of dissatisfied people is lower (8% and 7%) in proportion to values when displacement ventilation is used (13% and 7%).

According to the results (of measurements) it is possible to see a tendency that in displacement ventilation system the supply air goes across the floor. It means the temperatures in different levels of the room are not the same. In the higher level the temperature is getting higher than when room height is 2.6 m. However the situation in mixing ventilation system is different. The supply air comes into the room and it instantly mixes with the room air.

The most accurate results were received in the test room which was simulated to four persons' office space. More informative results were received using mixing ventilation system. The percentage of dissatisfied people in this case fluctuated between 8% and 7%. It means the efficiency of work will be increased and the comfortable indoor environment conditions will be obtained. Less important but still worth mentioning results was received when the height of the room was 3.1m. In that situation the displacement ventilation is also suitable choice. But it would be more difficult to find out an appropriate place for displacement ventilation diffuser in the room which would satisfy all four persons in the office.

The main implication of this study was clarified that the temperature differences of distinct levels in the room are higher in displacement ventilation than in mixing ventilation. However, the final conclusions show that with mixing ventilation systems it is easier to reach comfortable indoor environment conditions in office buildings.

Need for future research is important. For more accurate results the measurements must be performed not in test room but in real office rooms which one of them would have displacement ventilation system and another would have mixing ventilation system. In that case the measurements of contaminant concentration and CO₂ level in the room also could be done. During these measurements which were done in the test room simulated humans were used. For this reason the results of the measurements in the laboratory cannot be as accurate as it can be in real situation.

During these measurements when the test room was simulated to four person office space, in some cases the temperatures were not stable enough. In this case it would be effective to perform the same measurements for a longer period, for example 1 hour or even 8 hours as a full-time working day. Accordingly it will be possible to evaluate a quantity how much a space is warmed up during the longer period.

But the main conclusion is that the pace of life is tremendous and times are changing and to live comfortably, it is no longer enough to use windows and enjoy the fresh air, as our parents or grandparents did. High energy efficiency class houses



are extremely airtight, so they cannot ensure natural air circulation and no matter where, at home or in the offices, that feeling better will not be enough, especially in winter. After all, together with the open windows, various dirt and dust enter the house, and dust mites and mold accumulate in non-ventilated rooms, headaches often start to bother, and respiratory disorders can also occur. Air circulation in new construction homes is minimal, so expect a good microclimate, good performance results without a modern ventilation system is definitely not worth it.

References:

1. European Standard EN ISO 7730:2005 "Ergonomics of the thermal environment. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria".
2. Fanger O. (1970) Thermal Comfort. Danish Technical Press Copenhagen, pp.214.
3. Wargocki P., Seppänen O., Andersson J., Boerstra A., Clements-Croome D., Fitzner K., Hanssen S. O. (2006) REHVA Guidebook: Indoor Climate and Productivity in Offices. Finland.
4. Kayea, N. B.; Jib Y.; Cookb, M. J. (2009) Numerical simulation of transient flow development in a naturally ventilated room. Building and Environment Vol 44(5): 889–897.
5. Liu D.H.F., Liptak B. (2000) Air pollution. The United States of America, pp. 124.
6. Nilsson P.E. (2003) Achieving the Desired Indoor Climate. UK, pp.14.

Резюме: В этом веке все технологии стремительно развиваются. В настоящее время здания отапливаются с помощью систем централизованного теплоснабжения, электрических или тепловых насосов. Вместо систем естественной вентиляции здания обычно оборудуют системами механической вентиляции. Это делается в целях повышения эффективности работы офиса, так как условия окружающей среды в помещениях меняются. Если мы хотим улучшить качество воздуха в помещении, недостаточно знать температуру воздуха в помещении и на улице. Важными становятся и другие факторы теплового комфорта, а также качества воздуха в помещении. Основная цель данной статьи - выяснить, какая система вентиляции - вытеснением или смешиванием, больше подходит для офисов. Также важно выяснить, какое влияние система вентиляции оказывает на сотрудников и какое влияние это оказывает на владельца здания. Еще одна цель - выяснить, чем отличаются вытеснение и перемешивание в вентиляционной системе. Кроме того, в статье рассматриваются достоинства и недостатки этих видов вентиляции. Цель статьи - подобрать оптимальный тип вентиляции. Известный физик - теоретик Альберт Эйнштейн сказал, что «все должно быть как можно проще, но не хуже». Это правило касается и систем вентиляции. Важно найти наиболее подходящий, но в то же время самый простой в установке тип вентиляции, так как только тогда улучшится качество воздуха в помещении, а тем самым и производительность труда сотрудников. Кроме того, будет сохранена потенциальная энергия. Во время глобальной пандемии эта тема становится все более актуальной не только для трудоспособности людей, но и для их качества жизни.

Ключевые слова: вентиляция вытеснением, вентиляция смешиванием, офисные здания, микроклимат в помещении, тепловой комфорт.

Статья отправлена: 22.04.2021 г.

© Суджювене Р. А., Паришаускене Д., Суджюте И. Р.



УДК 519.21

EXISTENCE OF l -MOMENT OF THE STRONG SOLUTION OF STOCHASTIC INTEGRAL DIFFERENTIAL ITO-VOLTERRA EQUATION ІСНУВАННЯ l -ГО МОМЕНТУ СІЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ СТОХАСТИЧНОГО ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ІТО-ВОЛЬТЕРРИ

Yurchenko I.V. / Юрченко І.В.

cand. of ph.-math. sc., assoc. prof. / к.ф.-м.н., доц.

ORCID: 0000-0001-9929-5758

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,

Ukraine, Chernivtsi, vul. Universitet'ska, 28, 58000

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,

Україна, Чернівці, вул. Університетська, 28, 58000

Анотація. У даній роботі доведено існування l -го моменту сильного розв'язку для стохастичного інтегро-диференціального рівняння Іто-Вольтерри при наявності вінерівських збурень та пуассонівських перемикань.

Ключові слова: стохастичне інтегро-диференціальне рівняння, вінерівські збурення, пуассонівські перемикання, існування розв'язку.

Вступ.

Питанню існування та єдиності розв'язку детермінованих та стохастичних (у випадку наявності вінерівських збурень) інтегро-диференціальних рівнянь Іто-Вольтерри присвячена праця [1]. Там же доведено марківську властивість розв'язку та досліджено питання стійкості розв'язку таких рівнянь. У працях [2—4] розвинуто методику дослідження стохастичних рівнянь Іто-Вольтерри на випадок наявності пуассонівських перемикань. Матеріал даної роботи узагальнює результати щодо існування та єдиності розв'язку, що розглядалися в роботах [1—4, 7—9], на стохастичне інтегро-диференціальне рівняння Іто-Скорохода-Вольтерри спеціального вигляду (випадок l -го моменту, $l > 1$).

Постановка задачі.

Розглянемо на (Ω, F, P) з потоком σ -алгебр $\{F_t, t \geq t_0\}$ стохастичне інтегро-диференціальне рівняння Іто-Скорохода-Вольтерри

$$\begin{aligned} dx(t) = & [a_1(t, x^t) + \int_{t_0}^t a_2(t, s, x^s) ds + \int_{t_0}^t a_3(t, s, x^s) dw(s) + \int_{t_0}^t \int_U a_4(t, s, x^s, u) \times \\ & \times \tilde{v}(du, ds)] dt + [b_1(t, x^t) + \int_{t_0}^t b_2(t, s, x^s) ds + \int_{t_0}^t b_3(t, s, x^s) dw(s) + \\ & + \int_{t_0}^t \int_U b_4(t, s, x^s, u) \tilde{v}(du, ds)] dw(t) + \int_U [c_1(t, x^t, u) + \int_{t_0}^t c_2(t, s, x^s, u) ds + \\ & + \int_{t_0}^t c_3(t, s, x^s, u) dw(s) + \int_{t_0}^t \int_U c_4(t, s, x^s, u, u_1) \tilde{v}(du_1, ds)] \tilde{v}(du, dt); \end{aligned} \quad (1)$$

$$x^{t_0} = \varphi^{t_0}; \quad (2)$$

де $\{x(t) \equiv x(t, \omega)\} \subset R^n$, $t \geq t_0$, $\omega \in \Omega$; $\{a_1(t, \varphi)\}, \{b_1(t, \varphi)\}$ неперервні за $t \geq t_0$, $\varphi \in D_{R_+}$ відображення в R^n ; D_{R_+} — простір Скорохода [5, 6] локально



обмежених функцій, які є неперервними справа та мають лівосторонні границі (НПЛГ), вигляду $\varphi: R_+ \rightarrow R^n$ з нормою

$$\|\varphi\|_{D^p} \equiv (\|\varphi(0)\|^p + \|\varphi\|_{\rho}^p)^{1/p} \equiv (\|\varphi(0)\|^p + \int_0^\infty |\varphi(s)|^p \rho(s) ds)^{1/p}, \quad (3)$$

де D^p — простір D_{R_+} з нормою (3), $1 \leq p < \infty$,

$$x^t(s) \equiv \begin{cases} x(t-s), & t_0 \leq s \leq t, \\ \varphi(s-t), & s > t. \end{cases} \quad (4)$$

$\rho: R_+ \rightarrow R_+$ — обмежена функція згладжуючої дії (див. п. 5.1.1 [2]);

$\{a_2(t, s, x^s)\}, \{b_2(t, s, x^s)\}$ — R^n -вимірні;

$\{a_3(t, s, x^s)\}, \{b_3(t, s, x^s)\}$ — $R^n \otimes R^m \otimes R^m$ -вимірні;

$\{w(s)\}$ — R^m -вимірний стандартний вінерівський процес на ймовірнісному просторі (Ω, F, P) (ці функціонали визначені та вимірні за Борелем на $G \times D^p$, де $G \equiv \{(t, s) \in [t_0, T] \times [t_0, T] : s \leq t\}$);

$\{a_4(t, s, x^s, u)\}$ і $\{b_4(t, s, x^s, u)\}$, крім цього, вимірні за $u \in U \subset R^n$;

$\{c_1(t, s, x^s, u)\}$ — $R^n \otimes U$ -вимірний,

$\{c_2(t, s, x^s, u)\}$ і $\{c_3(t, s, x^s, u)\}$ — $R^n \otimes R^m \otimes U$ -вимірні,

$\{c_4(t, s, x^s, u, u_1)\}$ — $R^n \otimes R^m \otimes U \otimes U$ -вимірний (ці функціонали визначені та вимірні за Борелем на $G \times D^p \times U$);

$\{\tilde{v}(du, dt)\}$ — центрована пуассонівська міра з параметром $\Pi(du)dt$, яка не залежить від $\{w(t)\}$.

Нехай $\{F_t, t \geq t_0\}$ — потік σ -алгебр множин з Ω такий, що $\{w(t)\}$ і $\{\tilde{v}(t, A)\}$, $A \in \mathcal{A}$ (\mathcal{A} — σ -алгебра множин U), F_t — вимірні $\forall t \geq t_0$. Позначимо через J^{t_0} , $t_0 \geq 0$ простір вимірних випадкових процесів $\{x(t), t \geq t_0\}$ таких, що $x^{t_0} \in D^p$ для кожного $\omega \in \Omega$ та $\{x(t)\}$ не залежить від приростів вінерівського процесу та пуассонівської міри $\{w(s) - w(t_0), s \geq t_0\}$ і $\{\tilde{v}(s, A) - \tilde{v}(t_0, A), s \geq t_0, A \in \mathcal{A}\}$.

Означення. Стохастичний процес $\{x(t), t \in (-\infty, T]\}$ є сильним розв'язком рівняння (1), (2) для $t \in [t_0, T]$, якщо: 1) $\{x(t)\}$ неупереджуючий [6] для $t \leq T$; 2) $x^t \in D^p$ при $t \in [t_0, T]$ майже скрізь; 3) $x^{t_0} = \varphi^{t_0}$ майже скрізь; 4) інтеграли від модулів $a_i, b_i, c_i, i = \overline{1, 4}$ скінченні. 5) для $t \geq t_0$ справджується відповідне інтегральне рівняння.

Далі позначимо для $x: R_+ \times \Omega \rightarrow R^n$ через $|x(\cdot)|_{t_0}^*(t) \equiv \sup_{t_0 \leq s \leq t} |x(s)|$. Надалі

будемо суттєво використовувати нерівності Буркгольдера [1] для довільного $l > 1$:

$$E \left| \int_{t_0}^t \psi_1(s) dw(s) \right|_{t_0}^{*l}(t) \leq c_{1l} E \left(\int_{t_0}^t |\psi_1(s)|^2 ds \right)^{l/2}, \quad (5)$$



$$E \left| \int_{t_0}^t \int_U \psi_2(s, u) \tilde{v}(du, ds) \right|_{t_0}^{*l} (t) \leq c_{21} E \left(\int_{t_0}^t \int_U |\psi_2(s, u)|^2 \Pi(du) ds \right)^{l/2}, \quad (6)$$

для J^t -вимірного процесу $\{\psi_1(t, \omega)\}$ такого, що $\int_{t_0}^T \psi_1^2(t) dt < \infty$ майже скрізь та

для J^t -вимірного процесу $\{\psi_2(t, u, \omega), u \in U\}$ такого, що $\int_{t_0}^T \int_U \psi_2^2(t, u) \Pi(du) dt < \infty$ майже скрізь.

Позначимо

$$\begin{aligned} R(t, x) \equiv & \int_{t_0}^t a_1(s, x^s) ds + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s a_2(s, v, x^v) dv ds + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s a_3(s, v, x^v) dw(v) ds + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s \int_U a_4(s, v, x^v, u) \tilde{v}(du, dv) ds + \\ & + \int_{t_0}^t b_1(s, x^s) dw(s) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s b_2(s, v, x^v) dv dw(s) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s b_3(s, v, x^v) dw(v) dw(s) + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s \int_U b_4(s, v, x^v, u) \tilde{v}(du, dv) dw(s) + \int_{t_0}^t \int_U c_1(s, x^s, u) \tilde{v}(du, ds) + \\ & + \int_{t_0}^t \int_U \int_{t_0}^s c_2(s, v, x^v, u) dv \tilde{v}(du, ds) + \int_{t_0}^t \int_U \int_{t_0}^s c_3(s, v, x^v, u) dw(s) \tilde{v}(du, ds) + \\ & + \int_{t_0}^t \int_U \int_{t_0}^s \int_U c_4(s, v, x^v, u, u_1) \tilde{v}(du_1, dv) \tilde{v}(du, ds) \equiv \\ & \equiv \sum_{i=1}^4 R_i(t, x) + \sum_{i=1}^4 Q_i(t, x) + \sum_{i=1}^4 S_i(t, x), \end{aligned} \quad (7)$$

де перша сума містить перші чотири доданки, друга — наступні чотири доданки з інтегралами за вінерівським процесом, третя — чотири доданки з інтегралами за пуассонівською мірою. Надалі будемо опускати індекс D^p у позначенні $\|\cdot\|_{D^p}$.

Лема. Нехай для функціоналів $\{a_i\}, \{b_i\}, \{c_i\}, i = \overline{1, 4}$ виконується відповідна умова Ліпшиця з константою $L > 0$, тоді для розв'язку $\{x(t)\} \subset R^n$ стохастичного диференціального рівняння (1), (2) справджується оцінка

$$E \left| R(\cdot, x) - R(\cdot, y) \right|_{t_0}^{*l} (t) \leq K_1 E \|\delta^{t_0}\|^l + \bar{M}_{t_0}^t E \left| \delta(\cdot) \right|_{t_0}^{*l} (t),$$

де $R(\cdot, \cdot)$ визначений за формулою (7), $\delta(t) \equiv x(t) - y(t)$, $K_1 = O((t - t_0)^{1/2})$, $\bar{M}_{t_0}^t$ залежить тільки від $t - t_0$ та $\bar{M}_{t_0}^t = o(1)$ при $t - t_0 \rightarrow 0$.

Доведення. Нехай $T > t_0$. Для $t \in [t_0, T]$ матимемо

$$\begin{aligned} E \left| R(\cdot, x) - R(\cdot, y) \right|_{t_0}^{*l} (t) \leq & c_1 \sum_{i=1}^4 [E \left| R_i(t, x) - R_i(t, y) \right|_{t_0}^{*l} (t) + \\ & + E \left| Q_i(t, x) - Q_i(t, y) \right|_{t_0}^{*l} (t) + E \left| S_i(t, x) - S_i(t, y) \right|_{t_0}^{*l} (t)], \end{aligned}$$



де c_1 — деяка додатна стала.

З роботи [1] відомо, що:

$$\begin{aligned} E | R_1(\cdot, x) - R_1(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq (t - t_0)^{l-1} L^l E \int_{t_0}^t \| \delta^s \|^l ds; E | R_2(\cdot, x) - R_2(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) \leq \\ &\leq L^l (t - t_0)^{2l-1} E \int_{t_0}^t \| \delta^v \|^l dv; E | R_3(\cdot, x) - R_3(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) \leq L^l (t - t_0)^{2l-2} \times \\ &\times E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}; E | Q_1(\cdot, x) - Q_1(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) \leq L^l E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}; \\ E | Q_2(\cdot, x) - Q_2(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq L^l (t - t_0)^{2l-2} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}; \\ E | Q_3(\cdot, x) - Q_3(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq L^l (t - t_0)^{l-1} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}. \end{aligned}$$

Використовуючи нерівності Гельдера і Буркгольдера (5), (6), а також лему 1.2.2 з роботи [2], можна стверджувати, що

$$E | R_4(\cdot, x) - R_4(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) \leq L^l (t - t_0)^{2l-2} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}.$$

Аналогічно можна одержати оцінки

$$E | Q_4(\cdot, x) - Q_4(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) \leq L^l (t - t_0)^{l-1} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}.$$

Випишемо тепер нерівності для доданків $S_i(t, x)$, $i = \overline{1, 4}$ із співвідношення (7)

$$\begin{aligned} E | S_1(\cdot, x) - S_1(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq L^l E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}; \\ E | S_2(\cdot, x) - S_2(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq L^l (t - t_0)^{2l-2} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}; \\ E | S_3(\cdot, x) - S_3(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq L^l (t - t_0)^{l-1} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}. \\ E | S_4(\cdot, x) - S_4(\cdot, y) |_{t_0}^{*l} (t) &\leq L^l (t - t_0)^{l-1} E \left(\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^2 dv \right)^{\frac{l}{2}}. \end{aligned}$$

Використовуючи наслідок 2В) з праці [1] та наслідок 5.2 з праці [2], доведена в праці [1, формула (2.7)] нерівність

$$\begin{aligned} &\int_{t_0}^t \| \delta^v \|^l du \leq \\ &\leq \tilde{k}_{l/p} [K_2(t - t_0) \| \delta^{t_0} \|_{\rho}^l + \int_{t_0}^t | \delta(u) |^l du + \int_{t_0}^t \left(\int_{t_0}^u | \delta(v) |^p \rho(u - v) dv \right)^{\frac{l}{p}} du] \end{aligned}$$

і наслідок з неї:



$$\begin{aligned} & \left(\int_{t_0}^t \|\delta^v\|^2 dv \right)^{1/2} \leq \tilde{k}_{l/2} \tilde{k}_\tau^{1/2} [K^\lambda (t-t_0)^{l/2} \|\delta^{t_0}\| + \\ & + \left(\int_{t_0}^t \|\delta(v)\|^2 dv \right)^{1/2} + \left(\int_{t_0}^t \left(\int_{t_0}^v \|\delta(s)\|^2 \rho(v-s) ds \right)^\tau du \right)^{1/2}], \end{aligned}$$

де $\tilde{k}_{l/p}$, K_2 деякі додатні сталі, $\|\delta^u\|_\rho^p \equiv \int_0^\infty \|\delta(u-v)\|^p \rho(v) dv$, одержимо наступну оцінку

$$E \|R(\cdot, x) - R(\cdot, y)\|_{l_0}^{*l}(t) \leq K_1 E \|\delta^{t_0}\|^l + \bar{M}_{t_0}^t E \|\delta(\cdot)\|_{l_0}^{*l}(t), \quad (8)$$

де $\bar{M}_{t_0}^t = o(1)$ при $t - t_0 \rightarrow 0$. Лему доведено.

Основний результат. Теорема. Нехай

1) для коефіцієнтів стохастичного інтегро-диференціального рівняння (1),
(2) виконується умова Ліпшица зі сталою $L > 0$ для довільних $(t, s) \in G$ та $x, y \in D^p$, $u \in U$;

2) для коефіцієнтів стохастичного інтегро-диференціального рівняння (1),
(2) виконується умова рівномірної обмеженості по $t \in R$ з правою частиною вигляду $L(1 + \|x\|_{D^p})$;

3) існує початковий процес $x_- \in J^{t_0}$ такий, що

$$E \|x_-^{t_0}\|_{D^p}^l < \infty. \quad (9)$$

Тоді існує єдиний l -ий момент ($l > 1$) сильного розв'язку рівняння (1), (2) $\{x(t)\} \subset D^p$ та $E \{\|x(\cdot)\|_{l_0}^{*l}(T)\} < \infty$.

Доведення. Існування. Побудуємо x_n :

$$x_n(t) = x_-(t) \quad \forall t \leq t_0 \quad \forall n \geq 1; \quad x_0(t) = x_-(t_0) \quad \forall t \geq t_0.$$

Для $n \geq 1$, $\forall t > t_0$:

$$\begin{aligned} x_n(t) = & x_-(t_0) + \int_{t_0}^t a_1(s, x_{n-1}^s) ds + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s a_2(s, v, x_{n-1}^v) dv ds + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s a_3(s, v, x_{n-1}^v) dw(v) ds + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s \int_{t_0}^U a_4(s, v, x_{n-1}^v, u) \tilde{v}(du, dv) ds + \\ & + \int_{t_0}^t b_1(s, x_{n-1}^s) dw(s) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s b_2(s, v, x_{n-1}^v) dw(v) ds + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s b_3(s, v, x_{n-1}^v) dw(v) dw(s) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^s \int_{t_0}^U b_4(s, v, x_{n-1}^v, u) \tilde{v}(du, dv) dw(s) + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^U c_1(s, x_{n-1}^v, u) \tilde{v}(du, ds) + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^U \int_{t_0}^s c_2(s, v, x_{n-1}^v, u) dv \tilde{v}(du, ds) + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{t_0}^U \int_{t_0}^s c_3(s, v, x_{n-1}^v, u) dw(v) \tilde{v}(du, ds) + \end{aligned}$$



$$+ \int_{t_0}^t \int_{U_{t_0}}^s \int_U c_4(s, v, x_{n-1}^v, u, u_1) \tilde{v}(dv, du_1) \tilde{v}(du, ds). \quad (10)$$

Тут x_{n-1}^s задається, як у (4).

З (10), умов 1)–2) теореми і леми 5.2.1 з роботи [2] випливає, що $\{x_n(t), t \geq 0\}$ — вимірний відносно σ -алгебри F_t , $x_n^t \in D^p \quad \forall t \geq t_0$.

Методом математичної індукції покажемо, що $E \|x_n^t\|_{t_0}^{*l}(t) < \infty \quad \forall t_0 \leq t \leq T$.

При $n = 0$ маємо $x_0^{t_0} \in D^p$ і з вище побудованого $\forall t \in [t_0, T]$:

$$\|x_0^t\| = \|T^{t-t_0} x_0^{t_0}\| \leq C \cdot \|x_0^{t_0}\| = C \|x_0^{t_0}\|,$$

де C — константа, яка залежить від K . Звідси $E \|x_0^t\|_{t_0}^{*l}(T) \leq C \cdot E \|x_0^{t_0}\|_{D^p}^l < \infty$.

Нехай виконується $E \|x_{n-1}^t\|_{t_0}^{*l}(t) < \infty, \quad t_0 \leq t \leq T$. Використовуючи нерівність Гельдера, одержимо $\forall t \in [t_0, T]$:

$$E \|x_n^t\|_{t_0}^{*l}(t) \leq k_l E [|x_{n-1}(t_0)|^l + L^l (k_l (T - t_0)^l + c_l (T - t_0)^{l/2}) (1 + \|x_{n-1}\|_{t_0}^{*l}(T))] < \infty,$$

де k_l, c_l — деякі сталі.

Далі, одержимо:

$$E |x_n(\cdot) - x_{n-1}(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t) = E |R(\cdot, x_{n-1}) - R(\cdot, x_{n-2})|_{t_0}^{*l}(t) \leq \bar{M}_{t_0}^t E |x_{n-1}(\cdot) - x_{n-2}(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t).$$

Можемо вибрати $t_1 > 0$ так, щоб $M_{t_0}^t < \frac{1}{2}$ для $t \in [t_0, t_1 + t_0]$. Якщо

позначимо $d \equiv E |x_1(\cdot) - x_0(\cdot)|_{t_0}^{*l}(T) < \infty$, то одержимо, що

$$E |x_n(\cdot) - x_{n-1}(\cdot)|_{t_0}^{*l} \leq \frac{d}{2^n}, \quad t \in [t_0, t_1 + t_0]. \text{ Тоді, згідно з нерівністю Чебишова,}$$

одержимо:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} P\{|x_n(\cdot) - x_{n-1}(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t) > \frac{1}{n^2}\} &\leq \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} n^{2l} E |x_n(\cdot) - x_{n-1}(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t) \leq d \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^{2l}}{2^n} < \infty, \end{aligned}$$

звідки, за лемою Бореля-Кантеллі [6], випливає, що ряд $x_n(t) \equiv x_-(t_0) + \sum_{k=1}^{n-1} [x_k(t) - x_{k-1}(t)]$ майже скрізь монотонно збіжний на $[t_0, t_1]$.

Тобто, $x(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n(t)$ існує, неупереджуючий та F_t -вимірний на $[t_0, t_1]$.

Залишилося показати [7-9], що $\{x(t), t \leq t_1\}$ є розв'язком рівняння (1), (2). Використовуючи (8), проведемо наступні оцінки:

$$\begin{aligned} E |x(\cdot) - x_-(t_0) - \int_{t_0}^s a_1(s, x^s) ds - \dots - \int_{t_0}^s \int_{U_{t_0}}^s \int_U c_4(s, v, x^v, u, u_1) \times \\ \times \tilde{v}(dv, du_1) \tilde{v}(du, ds)|_{t_0}^{*l}(t) \leq k_l E |x(\cdot) - x_n(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t) + \end{aligned}$$



$$+k_l \bar{M}_{t_0}^t E |x(\cdot) - x_{n-1}(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t).$$

Нагадаємо, що для $t \leq t_1$ маємо $\bar{M}_{t_0}^t \leq \frac{1}{2}$.

Якщо покажемо, що $\lim_{n \rightarrow \infty} E |x(\cdot) - x_n(\cdot)|_{t_0}^{*l}(t) = 0$, то твердження буде доведено.

Нехай $b_i \equiv i^{-2/l'}$, $l' = l / (l - 1)$. Тоді, згідно з нерівністю Гельдера [7-9]

$$E |x_n(\cdot) - x_{n+k}(\cdot)|^{*l}(t) \leq \left(\sum_{i=n}^{\infty} \frac{db_i^{-l}}{2^i} \right) \left(\sum_{i=n}^{\infty} b_i^{l'} \right)^{l-1}$$

та $|x(\cdot) - x_n(\cdot)|^{*l}(t) \leq \liminf_k |x_n(\cdot) - x_{n+k}(\cdot)|^{*l}(t)$, за лемою Фату [6] матимемо

$$E |x_n(\cdot) - x(\cdot)|^{*l}(t) \leq d \left(\sum_{i=n}^{\infty} \frac{b_i^{-l}}{2^i} \right) \left(\sum_{i=n}^{\infty} b_i^{l'} \right)^{l-1} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0.$$

Отже, доведено існування l -го моменту F_t -вимірного розв'язку $\{x(t)\}$ для $t_0 \leq t \leq t_0 + t_1$.

Цей розв'язок можна розширити для довільного $t \in [t_0, T]$, використовуючи методику, що описана в [1]. Єдиність розв'язку доводиться за допомогою стандартного відомого методу [1, 5–9].

Висновки. Доведено існування l -го моменту сильного розв'язку для стохастичного інтегро-диференціального рівняння Іто-Вольтерри при наявності вінерівських збурень та пуассонівських перемикачів. Отримані результати можна застосувати при подальших дослідженнях системи (1), (2) на стійкість.

Література

1. Mizel V., Trutzer V. Stochastic Hereditary Equations: Existence and Asymptotic Stability // Journal of Integral Equations.— 1984.— №7.— P.1—72. [Elsevier Science Publishing Co., Inc.].
2. Свердан М.Л., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Стійкість у стохастичному моделюванні складних динамічних систем.- Снятин: Над Прутом, 1996.- 448 с.
3. Ясинский И.В., Ясинский В.К. Исследование стохастической задачи "свисающий паук" с бесконечной предисторией и пуассоновскими переключениями. Ч.1. Свойства решений стохастических дифференциально-функциональных уравнений с бесконечной предисторией и пуассоновскими переключениями // Кибернетика и системный анализ.— 2000.— №4.— С.101–130.
4. Ясинский В.К., Ясинский Е.В. Исследование стохастической задачи "свисающий паук" с бесконечной предисторией и пуассоновскими переключениями. Ч.2. Устойчивость решений СДФУ с бесконечной предисторией и пуассоновскими переключениями // Кибернетика и системный анализ.— 2000.— № 5.— С.113–139.
5. Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применение.— К.: Наук. думка, 1982.— 612 с.
6. Корольук В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф., Шуренков В.М. Справочник по теории вероятностей и математической статистике.— К.:



Наук. думка, 1978.– 582 с.

7. Юрченко І.В., Ясинський В.К. Про існування l -го моменту сильного розв'язку стохастичних інтегро-диференціальних рівнянь Іто-Вольєрра // Доповіді НАН України.– 2004.– № 7.– С.33–39.

8. Ясинський В.К., Юрченко І.В. Стійкість та оптимальне керування в лінійних стохастичних динамічних системах з випадковими операторами.– Чернівці: Золоті литаври, 2009.– 237 с.

9. Ясинський В.К., Юрченко І.В. Стійкість та оптимальне керування в стохастичних динамічних системах з випадковими операторами. Моногр. Вид. 2-е, доповнене.– Чернівці: Технодрук, 2019.– 258 с.

Abstract. *In this article the existence of l -moment of the strong solution of stochastic integral differential Ito-Volterra equation is proved in the case of Wiener disturbances and Poisson switchings.*

Keywords: *stochastic integro-differential equation, Wiener disturbances, Poisson switchings, existence of the solution.*

Стаття відправлена: 17.05.2021 г.

© Юрченко І.В.



УДК 528.92

**APPLICATION OF MODERN SOFTWARE DIGITALS FOR CREATION OF
TOPOGRAPHIC PLANS M 1: 2000****ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ DIGITALS ДЛЯ
СТВОРЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ М 1:2000****Stadnikova N.V. / Стаднікова Н.В.***senior lecturer / старший викладач*

ORCID: 0000-0001-6656-5766

Kolykhanin S.P. / Колиханін С.П.*senior lecturer / старший викладач***Shishkalova N.Yu. / Шишкалова Н.Ю.***senior lecturer / старший викладач*

ORCID: 0000 0003 1749 5428

Shargar O.M. / Шаргар О.М.*senior lecturer / старший викладач*

ORCID: 0000-0001-7900-1193

Likhva A.M. / Лихва А.М.*student / студент**Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,
Odessa, Didrihsone, 4, 65000**Одеська державна академія будівництва та архітектури,
Одеса, вул.Дідріхсона, 4, 65000*

Анотація. Мета статті полягає в розробці теоретико-методологічних основ використання сучасного програмного забезпечення DigitalS для створення картографічної основи населених пунктів. В роботі проаналізовано можливості використання програмного забезпечення, запропоновано теоретико-методологічні основи використання сучасного програмного забезпечення DigitalS для створення картографічної основи населених пунктів, висвітлено основні напрямки застосування результатів картографування. В результаті роботи було виявлено низку переваг використання програмного забезпечення DigitalS для цілей геодезії та картографії.

Ключові слова: топографічний план, населений пункт, DigitalS, картографія.

Вступ.

Створення топографічних планів масштабів 1: 500, 1: 1000, 1: 2000 є одним із змістовних завдань у сучасній картографії, адже вони слугують картографічною основою для розробки містобудівної та землевпорядної документації на місцевому рівні.

Традиційні методи інструментальної зйомки з використанням електронних тахеометрів часто займають тривалий час і пов'язані зі значними витратами. Недоліки інструментальної зйомки очевидні при проведенні польових робіт на значних за площею важкопрохідних об'єктах, коли стоїть завдання в короткі терміни отримати топографічні плани масштабів 1: 500, 1: 1000, 1: 2000.

DigitalS - програма призначена для створення/оновлення топографічних і спеціальних карт, видання карт, міського кадастру і землеустрою, рішення інженерних і прикладних завдань. Програма розроблена в державному науково-виробничому підприємстві (НВП) «Геосистема» (м. Вінниця).



Основний текст.

В якості вихідних матеріалів для розроблення теоретико-методологічних основ використання програмного забезпечення Digitals для створення топографічних планів М 1:2000 в даному дослідженні використовувалися матеріали аерофотознімання території села Дачне Одеської області, а саме оброблені та закоординовані планшети. (рисунок 1)

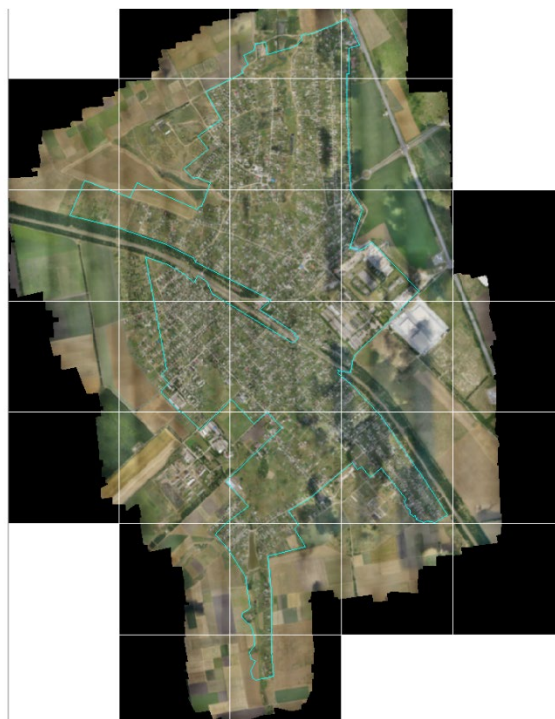


Рисунок 1. Аерофотознімання території с.Дачне

Авторська розробка

Створення цифрових карт здійснюється шляхом векторизації по растру аерокосмічних знімків у форматах TIFF і BMP. При векторизації використовуються шаблони типових об'єктів, що забезпечують автоматичне створення полігонів. При цифруванні підтримується функція автозахоплення з індикацією об'єктів. Надає можливості створення довільних рамок і варіантів зарамкового оформлення з автоматичною вставкою їх у карту, використання шаблонів карт, можливість символізування цифрових карт, створених в інших системах.

Програма підтримує:

- ✓ необмежений список шарів, що визначають атрибути відображення об'єктів: колір і товщину лінії, заливку, умовні знаки та ін.;
- ✓ необмежену кількість параметрів об'єктів (полів бази даних) з можливістю довільного розміщення на карті у вигляді підписів;
- ✓ передавану бібліотеку умовних знаків, що містить одиночні, лінійні, лінійно-орієнтовані, лінійно-масштабовані і площинні умовні знаки;
- ✓ управління черговістю відображення шарів і окремих об'єктів;

На першому етапі створення картографічної основи виконується аерознімання місцевості та подальша обробка з отриманням закоординованих планшетів масштабу 1:2000, а також з місцевого органу містобудування та



архітектури отримується електронний обмінний файл з межами населеного пункту.

Далі виконується пошарова оцифровка отриманих планшетів за допомогою програмного забезпечення Digitala в такій послідовності:

1. Дороги, тротуари, покриття, мости
2. Будівлі, споруди,
3. Огорожі
4. Водні об'єкти
5. Інженерні мережі
6. Рослинність
7. Рельєф

При цифрування доріг, звертають увагу на їх межі (з бортовим каменем/без бортового каменю).

Виноситься на карту матеріал покриття: асфальт, бетон, щебінь, і т.д..

Щодо мостів, розрізняють багатопрогінні, однопрогінні, малі та пішохідні. Матеріал споруд також прописується у відповідному рядку (бетонний, залізобетонний, металічний, кам'яний, дерев'яний). Цифруванню підлягають також усі труби (шар Труби під дорогами).

Для нанесення будівель використовують наступні шари: Будівлі, Будинки зруйновані, Будинки лісників, Будинки, що споруджуються, Будки трансформаторні, Церкви, костьоли, кірхи та ін. Оцифровують будинки по фундаменту. Обов'язково заповнюється колонка «Інфо», де прописується кількість поверхів, матеріал споруди, стан, номер будинку, назва вулиці. Якщо це адміністративна будівля, то в рядку «Пояснювальний напис» підписується призначення будівлі (будинки культури, пошта, магазин і т.д.)

Сходи оконтурюють окремими шарами: Сходи біля будинків, ганків та Сходи для підйому на різні споруди. Іноді поряд з ними є підпирні стінки, які теж показуються на карті.

Також оцифровують всі огорожі, Digitala надає різні шари для цього: кам'яні, залізобетонні огорожі заввишки 1 м та більше, огорожі дротяні з з дротяної сітки(вольєри), з колючого дроту, огорожі металеві вище 1 м і більше-менше 1 м/на кам'яному фундамент, огорожі шиферні на фундаменті та ін.

Якщо присадибна земельна ділянка не обмежена огорожею для цього є шар Межа присадибної ділянки.

Для виділення водних об'єктів є декілька шарів:

- ✓ лінії берегові невизначені по болотах, очерету;
- ✓ лінії берегові непостійні, пересихаючі;
- ✓ лінії берегові постійні.

До водних об'єктів відносяться річки, струмки, ставки, канали. Копанки відображаються шаром Дощові ями і споруди для збору води, в свою чергу басейни є не облицьовані (шар Басейни) та облицьовані (шар Басейни облицьовані).

Велика увага при створенні картографічної основи населеного пункту приділяється нанесенню ліній електропередач на забудованій території (високої та низької напруги), стовпів, ліхтарів. Підписується та виноситься на карту



кількість проводів та напруга.

Наземний газ також оцифровується і підписується, помічаються газорозподільчі пункти та шафозрозподільчі пункти.

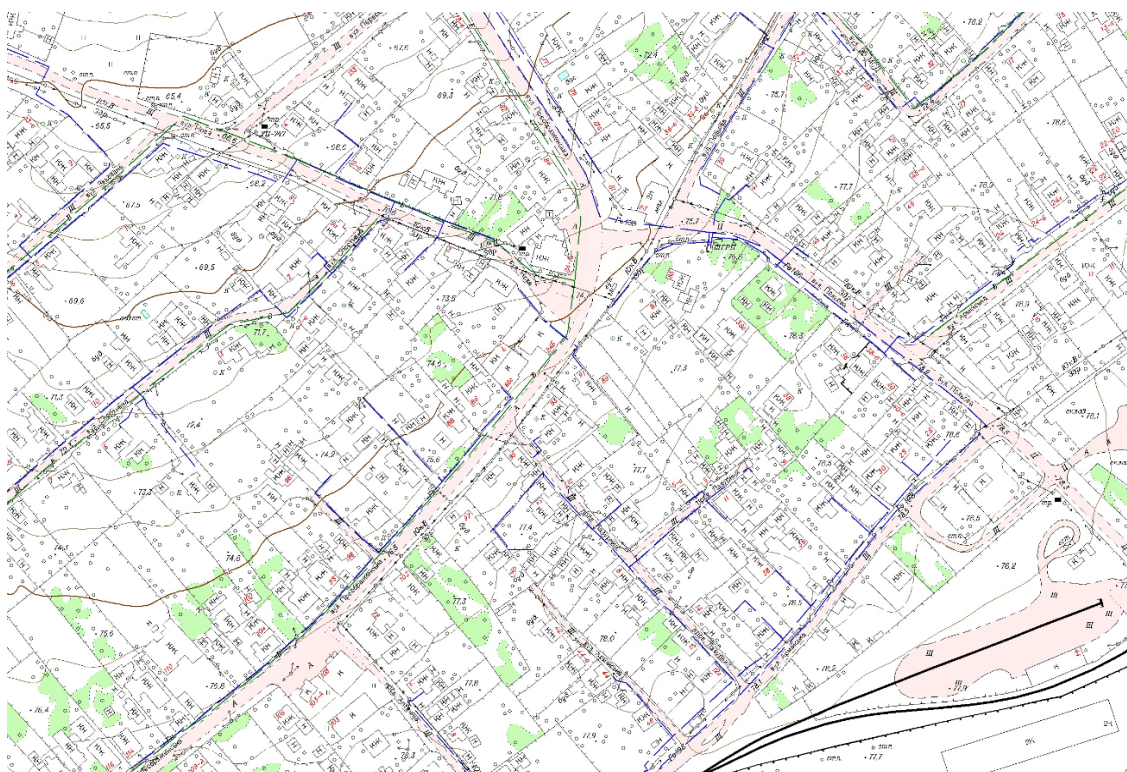
Обов'язково відмічаються колодязі з механічним підйомом води та колодязі оглядові (люки). Останні використовуються для нанесення водопроводу, каналізації. Наносяться на карту і наземні частини підземних споруд.

При нанесенні рослинності використовують шари:

- Дерева, що стоять окремо.
- Фруктові дерева,
- Смуги деревних насаджень.
- Виноградники
- Чагарники звичайні зарості
- Ліси високостовбурні
- Рідка поросль лісу.

Важливою частиною топографічної карти є рельєф. Виділяються горизонталі основні, додаткові та потовщенні. Проставляються позначки висот на перехрестях доріг, мостах, трубах, в замкнутих горизонталях. Виставляються показники напрямку схилів (бергштрихи).

На останньому етапі, коли на карту нанесена вся інформація, відбувається дешифрування (польові роботи). Даний вид робіт виконується для перевірки та порівняння картографічного матеріалу з ситуацією на місцевості, в результаті якого вносяться фінальні правки до картографічної основи. Результатом нанесення всіх шарів інформації є створення топографічного плану с.Дачне (рисуюнок 2)



Рисуюнок 2. Топографічний план с.Дачне



Розроблений топографічний план в подальшому може використовуватися для розробки генерального плану населеного пункту, детальних планів територій та документації з інвентаризації земель.

В результаті проведеного дослідження, можна зробити висновки, що програмне забезпечення Digitals дає змогу повністю створити картографічну основу населеного пункту за допомогою гнучких налаштувань та широкого набору функцій. Використана методична послідовність створення картографічної основи масштабу 1:2000 дозволяє швидко отримати картографічний матеріал відповідно до переліку умовних знаків для топографічних планів та сучасної нормативної бази в галузі геодезії.

Література:

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>
2. Класифікатор інформації, яка відображається на планах масштаба 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3304>
3. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 3 серпня 2001р. №295 «Умовні знаки для топографічних планів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500» [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://gki.com.ua/files/page/Um_znaki_5000-500_St360-413.pdf&ved=2ahUKEwjVwvqE24flAhUllsKHXx9ArsQFjAAegQICBAC&usg=AOvVaw16cnAyxow64vhhEa6YUL6C

References:

1. Instruction on topographic surveying in scales 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 and 1: 500 [Electronic resource]. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98>
2. Classifier of information displayed on the scale plans 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000, 1: 500 [Electronic resource]. Access mode: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3304>
3. Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine of August 3, 2001. №295 "Symbols for topographic plans 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 and 1: 500" [Electronic resource]. Access mode: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://gki.com.ua/files/page/Um_znaki_5000-500_St360-413.pdf&ved=2ahUKEwjVwvqE24flAhUxAvQs

Abstract. The purpose of the article is to develop a theoretical and methodological basis for the use of modern software Digitals to create a cartographic basis of settlements. The possibilities of using the software are analyzed, the theoretical and methodological bases of using the modern Digitals software for creation of the cartographic basis of settlements are offered, the basic directions of application of results of mapping are covered. As a result, a number of advantages of using Digitals software for geodesy and cartography were revealed.

Key words: topographic plan, settlements, Digitals, cartography.

Стаття відправлена: 11.05.2021 р.

© Стаднікова Н.В., Колиханін С.П.

Шишкалова Н.Ю., Шаргар О.М., Ліхва А.М.



УДК 528.236

**DETERMINATION OF TRANSITION PARAMETERS BETWEEN MSK
ODESSA AND WGS 84 USING ESRI GEOSINFORMATION
TECHNOLOGIES****ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕХОДУ МІЖ МСК ОДЕСА ТА
WGS-84 ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПАНІЇ ESRI****Stadnikov V.V. / Стадніков В.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2479-9780

Kolosuyk A.A. / Колосюк А.А.*s.e.s., as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7220-4772

Konstantinova O.V. / Константінова О.В.*s.e.s. / к.е.н.*

ORCID: 0000-0002-9336-9215

Stadnikova N.V. / Стаднікова Н.В.*senior lecturer / старший викладач*

ORCID: 0000-0001-6656-5766

*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, Didrihsona, 4, 65000
Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, вул.Дідріхсона, 4, 65000*

Анотація. Мета статті полягає в практичному застосуванні геоінформаційних технологій компанії ESRI для визначення параметрів переходу між місцевими системами координат та WGS-84. В роботі проаналізовано можливості використання сучасного програмного забезпечення ESRI, визначення параметрів переходу між МСК Одеса та WGS-84 за допомогою геоінформаційних технологій компанії ESRI, висвітлено основні результати розрахунків параметрів переходу між заданими системами координат. В результаті роботи було виявлено низку переваг використання програмного забезпечення ESRI для практичного визначення параметрів переходу між системами координат.

Ключові слова: система координат, ESRI, ArcGIS, WGS-84.

Вступ.

В різні часи на території України діяли різні системи координат.

За часів СРСР і до 2004 року діяла система координат СК-42, яка базувалась на референц-еліпсоїді Красовського. СК42 створювалася в епоху космічну геодезію за допомогою існуючих на той момент методів і технологій, а саме шляхом спостереження Тріангуляційної мережі, яка, в свою чергу, спиралася на пункти, координати яких отримані з астрономічних спостережень.

Система координат СК63 була створена як варіація СК42, покликана додати новий рівень секретності. Для цього територія країни була розбита на райони, в межах яких застосовувалися свої "секретні" параметри осьового меридіана зони і такі ж секретні параметри зміщення початку відліку. З огляду на цей факт, про системи СК42 / СК63 можна говорити, як про одну й ту ж систему.

Система координат УСК2000 проектувалася таким чином, щоб мати однозначний зв'язок з глобальними системами.

В якості такої відправної точки була взята система ITRF на епоху 2005



року. Як референц-еліпсоїд був використаний еліпсоїд Красовського, а зрушення центру еліпсоїда підібрано таким чином, щоб домогтися його оптимального розташування для всієї території України. В результаті була отримана мережа з високим ступенем однорідності по точності, узгоджена з глобальними системами.

В теперішній час в Україні офіційно зареєстровано 1146 місцевих систем координат, похідних від систем координат СК-42 та СК-63. З початком ери GPS стало зрозуміло, що СК42 має відхилення від глобальних систем координат, що ускладнило використання супутникових технологій для топографо-геодезичних робіт. Більш того, система не просто повернена або не відповідає масштабу. Насправді спостерігається деформація мережі, що погано піддається математичному опису.

Тому існує нагальна потреба в визначенні параметрів переходу між місцевими, та загальноземними системами координат.

Основний текст.

Місцева система координат міста Одеси є похідною від радянської референцної системи СК-42. МСК м. Одеси використовується понині при виконанні топографічних робіт на території міста (рисунок 1).

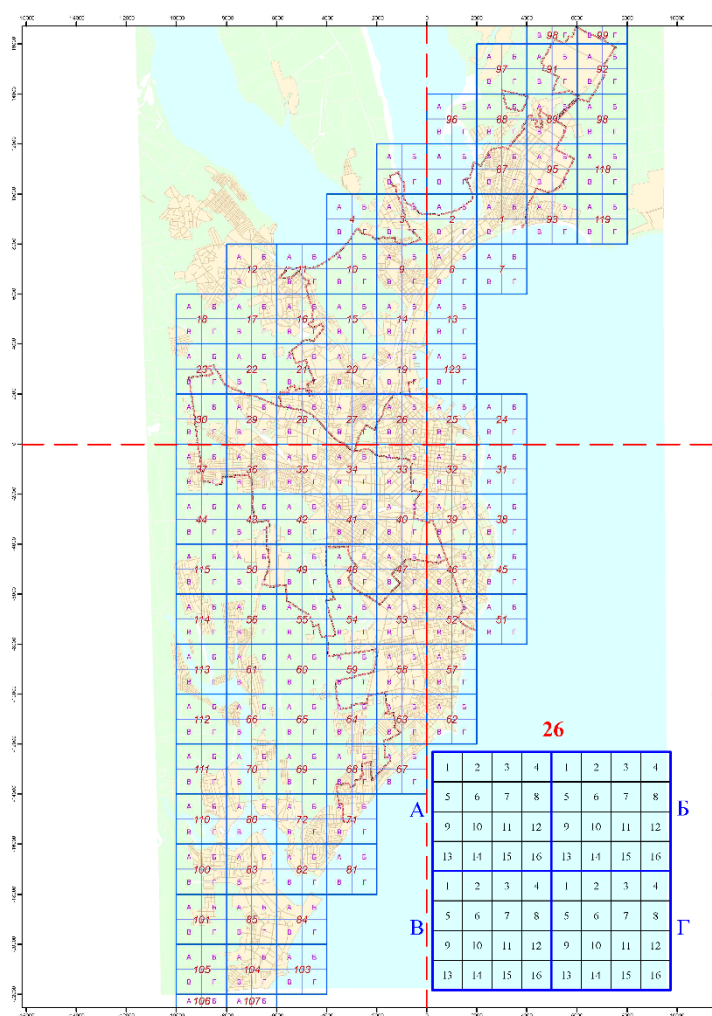


Рисунок. 1 Номенклатурна розграфка місцевої системи координат



За початок відліку існуючої на даний момент МСК було обрано шпиль дзвіниці Покровської церкви, яку було збудовано на зорі зародження міста, ще у 1822 році. Знаходилась вона на Александровському проспекті, між вулицями Єврейською та Поштовою.

Зараз на цьому місці розташована гімназія №2.

Метою роботи стало практичне визначення параметрів переходу між МСК Одеса та WGS 84 за допомогою програмного забезпечення ArcGIS компанії ESRI

В якості математичного методу обчислення географічного перетворення було використано Метод Молоденського.

Даний метод дозволяє визначити наступні параметри географічного перетворення:

- зрушення по осі X, Y, Z (м);
- поворот по осі X, Y, Z (секунди);
- різницю масштабів (ppm);
- координату центру повороту.

Вихідними даними для роботи слугували:

Текстові та картографічні дані пунктів полігонометрії на території м Одеса

Польові вимірювання пунктів в СК WGS-84 було виконано за допомогою GPS приймача Trimble GeoExplorer 6000 GeoXR (режим - статика).

Результати знімачь було оброблено за допомогою програмного забезпечення ArcGIS, що дозволило накласти результати вимірювань в обох системах координат та розрахувати параметри проекції.

При перерахунку координат за 15 вихідними пунктами міської полігонометрії було виявлено значне спотворення результату. Тому з розрахунків було виключено пункти, що давали найбільшу лінійну похибку. (рисунок 2)

Результатом роботи стало визначення параметрів географічного перетворення між системами координат МСК Одеса та WGS84:

Зрушення по осі X, Y, Z (м);

$$dx = 23,61$$

$$dy = 140,82$$

$$dz = 79,7$$

Поворот по осі X, Y, Z (секунди);

$$Rx = 0,0$$

$$Ry = -0,31$$

$$Rz = -0,7$$

різниця масштабів (ppm);

$$ds = -0,25$$

координата центру повороту.

$$X0 = 30.738$$

$$Y0 = 46.472$$

$$Z0 = 0,0$$

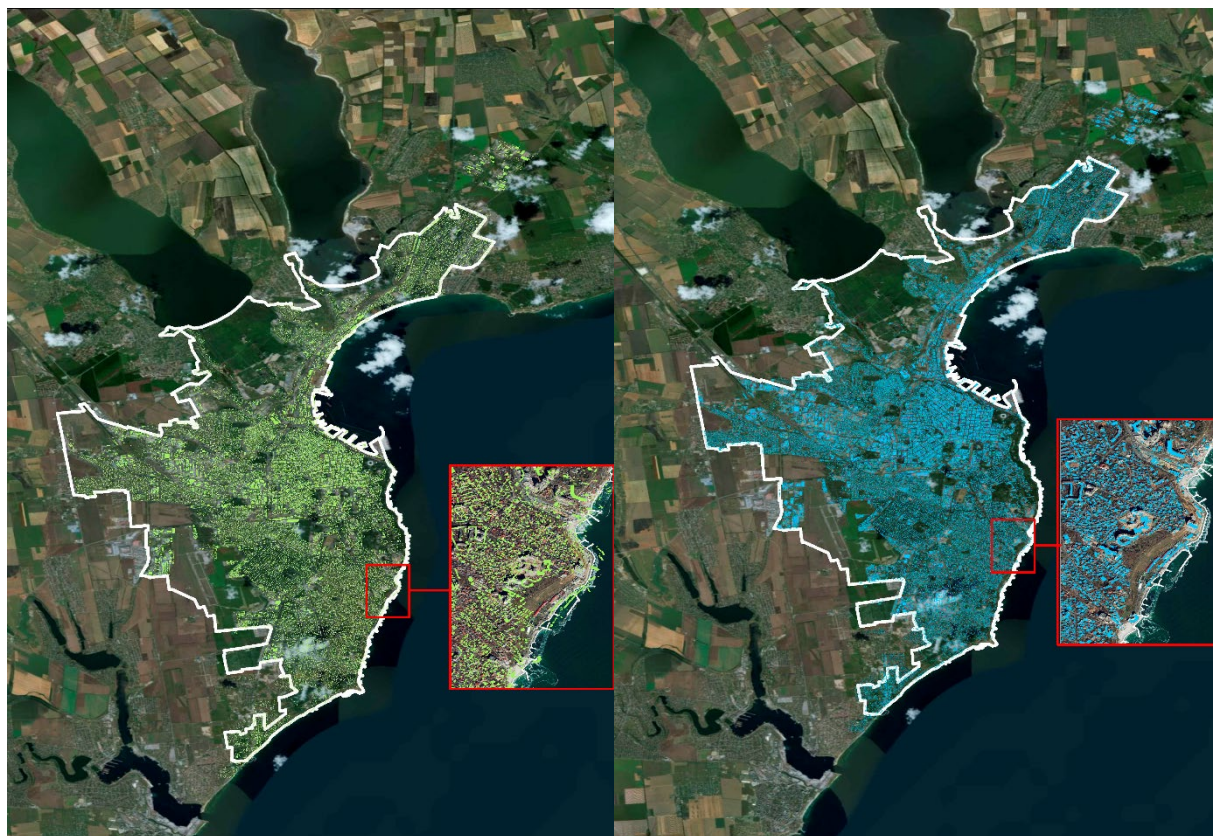


Рисунок. 2. Результат практичного визначення параметрів переходу між МСК Одеса та WGS 84 за допомогою програмного забезпечення ArcGIS

Література:

1. Постанова КМУ «Про затвердження порядку побудови Державної геодезичної мережі» від 07.08.2013 р. №646//Відомості Верховної Ради України (ВВР)– 2013, №6, ст. 43. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#n9>

2. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 №. 353-XIV. //Відомості Верховної Ради України (ВВР) – 1998, N 5-6, ст.46. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/353-14/page>

References:

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the procedure for construction of the State Geodetic Network" dated 07.08.2013 №646 // Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR) - 2013, №6, Art. 43. [Electronic resource]. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#n9>

2. Law of Ukraine "On topographic, geodetic and cartographic activities" of 23.12.1998 «. 353-XIV. // Information of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR) - 1998, N 5-6, p.46. [Electronic resource]. Access mode: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/353-14/page>

Abstract. The purpose of the article is to apply ESRI's geographic information technologies in practice to determine the parameters of the transition between local coordinate systems and WGS-84. The paper analyzes the possibilities of using modern ESRI software, determining the transition parameters between MSK Odessa and WGS-84 using ESRI geographic information technologies, highlights the main results of calculations of transition parameters between given coordinate systems. As a result, a number of advantages of using ESRI software for practical determination of parameters of transition between coordinate systems were revealed.



Key words: *coordinate system, ESRI, ArcGIS, WGS-84.*

Стаття відправлена: 11.05.2021 р.
© Стадніков В.В., Колосюк А.А.,
Константінова О.В., Стаднікова Н.В.



УДК 622.822.225

HAZARDOUS PROPERTIES OF COAL LAYERS AND THE ACCURACY OF THEIR FORECAST ON THE ESCAPE OF VOLATILE SUBSTANCES ОПАСНЫЕ СВОЙСТВА УГОЛЬНЫХ ШАХТОПЛАСТОВ И ТОЧНОСТЬ ИХ ПРОГНОЗА ПО ВЫХОДУ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ

Antoshchenko N.I. / Антощенко Н.И.

d.t.s., prof. / д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0001-8901-8263

Rudniev Ye.S. / Руднев Е.С.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-4236-8407

Filatiev M.V. / Филатьев М.В.

d.t.s., prof. / д.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-5608-6737

Brozhko R.N. / Брожко Р.Н.

c.t.s., as.prof. / к.т.н.

ORCID: 0000-0002-2365-6278

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,
Северодонецк, проспект Центральный 59-а, 93401

Аннотация. В работе рассмотрены возможные погрешности определения в пределах отдельных шахтопластов показателя выхода летучих веществ V^{daf} , который используется в нормативной базе Украины для прогноза опасных явлений при ведении горных работ. При разработке нормативных документов предполагалось, что V^{daf} в пределах отдельного шахтопласта остается постоянным показателем. Исследованиями установлено, что V^{daf} остается относительно постоянной величиной, но параллельно с этим выявлена неоднозначная точность определения этого показателя в зависимости от его абсолютного значения. Абсолютные среднеквадратические отклонения (σ_i) для разных шахтопластов от усредняющей прямой составляет $2,29 \div 5,33\%$, а относительные ($\Delta\sigma_i$) - находились в пределах $8,50 \div 213,01\%$. Значения $\Delta\sigma_i$ более 20% соответствует величинам V^{daf} менее 15%. Такая точность определения V^{daf} ставит под сомнения возможность применения этого показателя для прогнозирования опасных свойств шахтопластов.

Ключевые слова: уголь, термическое разложение, выход летучих веществ, метаморфизм, шахтопласты, опасные свойства, прогноз, нормативные документы

Вступление.

Установлено, что в границах отдельного шахтопласта V^{daf} остается относительно постоянной величиной. Наряду с этим установлено, что кроме расположения места отбора проб угля, на точность определения показателя существенное влияние оказывает абсолютное значение V^{daf} . Абсолютные среднеквадратичные отклонения (σ_i) от усредняющей прямой в отдельных интервалах значения составляли $2,29-5,33\%$, а относительные ($\Delta\sigma$) - находились в пределах $8,50 \div 213,01\%$. Максимальные значения $\Delta\sigma$ (более 20%) соответствует значениям V^{daf} менее 15%. В нормативных документах оценка степени метаморфизма углей производится, в том числе для диапазона изменения V^{daf} в пределах $2 \div 8\%$, что может приводить к еще большим относительным отклонениям $\Delta\sigma$ и ошибкам в прогнозировании опасных



свойств шахтопластов. Такая точность определения V^{daf} и других показателей термической деструкции углей ставит под сомнения их использование для прогнозирования опасных свойств шахтопластов.

По своей сути температурное разложение представляет собой очередную искусственную стадию преобразования углей вне недр Земли при более высокой температуре по сравнению с процессом метаморфизма. Оно непосредственно не отражает изменения химическом составе, внутреннем строении и свойств углей, происходившие в прошедшие геологические периоды времени.

Для усовершенствования нормативных документов по безопасному ведению горных работ для характеристики степени метаморфизма углей при прогнозе опасных свойств шахтопластов необходимо использовать классификационные показатели, непосредственно отражающие изменение состава и свойства углей в процессе геологических преобразований.

Основной текст

При ведении горных работ во многих случаях происходят аварии, сопровождающиеся процессами газовыделения, газодинамических явлений, самовозгорания угля, повышенного образования пыли с ее склонностью к взрываемости. Эти и некоторые другие опасные явления, сопутствующие авариям с тяжелыми последствиями в шахтах, по мнению многих ученых [1–5], обусловлены генетическими свойствами ископаемых углей. Они появились в результате метаморфических процессов преобразования исходного органического вещества под воздействием повышенных температуры и давления в пределах Земли в прошедшие геологические периоды времени. В общепризнанном случае под метаморфизмом подразумеваются разнообразные эндогенные процессы, с которыми связаны изменения в структуре, минеральном и химическом составе углей [6].

Степень метаморфических преобразований согласно требованиям современной нормативной базы Украины по безопасному ведению горных работ [7–10] прогнозируется, в большинстве случаев, одним показателем – массовым выходом летучих веществ при термическом разложении углей без доступа воздуха (V^{daf}).

При разработке нормативных документов предполагалось, что показатель V^{daf} и некоторые другие критерии оценки степени метаморфизма углей, являются относительно постоянными в пределах одного шахтного поля. От достоверности принятого допущения в значительной мере зависит точность прогноза проявления опасных свойств каждого шахтопласта. В большинстве случаев границами шахтных полей являются, как правило, относительно крупные геологические нарушения [11]. Близость расположения к ним мест отбора проб угля, несомненно, влияет на получаемые результаты оценки свойств шахтопластов. Так, например, дегазирующее влияние Карловского и Софиевского сбросов распространялось на расстояние до 680 м. [12]. В непосредственной близости к геологическим нарушениям газоносность угля не



превышала $10 \text{ м}^3 / \text{т.г.б.м.}$, а вне зоны их влияния она стабилизировалась на уровне $30 \text{ м}^3 / \text{т.г.б.м.}$. Изменение газоносности антрацитового пласта происходило также и в зависимости от расстояния до верхней границы метановой зоны. Метаноносность угленосных отложений определяется, в основном, глубиной залегания пластов, степенью метаморфизма угля, наличием покровных отложений и другими факторами [13].

Приведенная информация указывает на возможное изменение газоносности в зависимости от места отбора проб угля при разных значениях глубины и расстояния до геологического нарушения или зоны газового выветривания. В свою очередь в нормативных документах [7–10] используются эмпирические зависимости газоносности и других опасных свойств проявления шахтопластов при ведении горных работ от степени метаморфизма углей без учета влияния этого фактора. Практически во всех случаях прогнозирование проявления опасных свойств и вероятность возникновения аварийных ситуаций устанавливается [7–10] по отношению к отдельному шахтопласту. Индивидуальная оценка проявления опасных свойств каждого шахтопласта производится, в общем случае, с использованием пяти показателей степени метаморфизма углей. Кроме показателя V^{daf} в отдельных случаях дополнительно для характеристики свойств антрацитов применяют объемный выход летучих веществ (V_v^{daf}) и логарифм удельного электросопротивления ($\lg \rho$). В остальных случаях для установления опасных свойств шахтопластов иногда рассматривают также толщину пластического слоя (y) и марки углей (M). Их корректировка на возможное влияние геологических нарушений, глубины ведения горных работ и удаленности от зоны газового выветривания не производится. По этой причине представляет научный и практический интерес установление возможных границ диапазонов изменения показателей степени метаморфизма углей в пределах одного шахтопласта. В ряде случаев возникает также необходимость обосновать возможность использования показателей степени метаморфизма углей без их корректировки для установления проявления опасных свойств шахтопластов в разных угольных бассейнах. Результаты исследований в данном направлении необходимы для усовершенствования требований нормативной базы по безопасной отработке угольных шахтопластов, что свидетельствует об их актуальности.

Идея заключается в использовании экспериментальных данных о количественном значении одного из основных показателей степени метаморфизма углей, определенного разными исследователями для конкретного шахтопласта в разные периоды времени его отработки. Это позволяет проанализировать случайным образом сформированные базы данных о фактических диапазонах изменения классификационного показателя в пределах совокупности рассматриваемых шахтопластов.

Цель – установить возможные абсолютные и относительные индивидуальные погрешности определения одного из основных показателей степени метаморфизма V^{daf} в границах отдельного шахтопласта при случайном



месте отбора проб угля.

Методика. Одним из основных и наиболее изученным показателем степени метаморфизма углей является выход летучих веществ (V^{daf}). Для прогноза проявления опасных свойств шахтопластов при ведении горных работ этот показатель используется во всех нормативных документах [7–10]. Достаточно объёмная информация о значениях показателя V^{daf} содержится в «Каталоге шахтопластов СССР по пылевому фактору» [10]. В нем приведены данные для 2193 шахтопластов разных угольных бассейнов. Основное количество данных относится к шахтопластам Донецкого бассейна (1773). На долю остальных бассейнов приходятся сведения о 460 шахтопластах, в том числе для Львовско–Волынского бассейна приведены данные об 46 шахтопластах. Параллельно с данными [10] к анализу привлекли сведения о выходе летучих веществ для 206 шахтопластов согласно другим источникам [1–4, 14, 15].

Для исключения возможных ошибок в установлении соответствия между рассматриваемыми шахтопластами согласно разным источникам информации, производилась проверка их принадлежности по названию шахт, местному наименованию пластов и их геологическим символам.

Результаты статистической обработки пар данных весового выхода летучих веществ V_1^{daf} и V_2^{daf} , позаимствованных соответственно из «Каталога шахтопластов СССР по пылевому фактору» [10] и других [1–4, 14, 15] источников, показали тесную корреляционную взаимосвязь между ними (рис. 1).

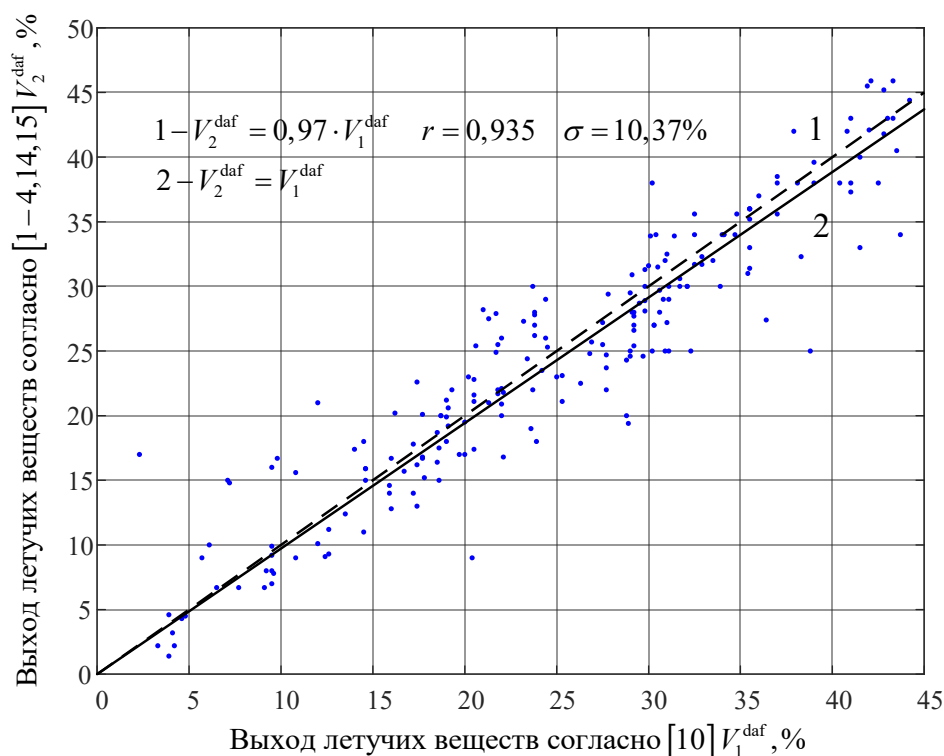


Рисунок 1- Соответствие выхода летучих веществ при термическом разложении углей разных угольных месторождений между данными (V_1^{daf}), каталога [10] и приведенными в других [1–4, 14, 15] источниках (V_2^{daf})



1 - прямая, полученная по результатам обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов;

2 - биссектриса координатной сетки;

• - точки, определяющие соотношения между V_1^{daf} и V_2^{daf} ;

r , σ - соответственно коэффициент корреляции и среднеквадратическое отклонение

Авторская разработка

Коэффициент корреляции (r) для рассматриваемой выборки из 206 пар данных был довольно высоким (0,935). Это свидетельствует о том, что в границах отдельного шахтопласта значение массового выхода летучих веществ при термическом разложении углей остается относительно постоянной величиной. В идеальном случае экспериментальные точки взаимозависимости функции $V_2^{\text{daf}} = f(V_1^{\text{daf}})$ должны располагаться на отрезке прямой биссектрисы (2) координатной сетки. Полученная усредняющая прямая регрессии (1) незначительно отличается от биссектрисы (2). С другой стороны экспериментальные данные из разных источников в значительной части случаев существенно отклоняется от рассматриваемых прямых (1, 2). Одной из причин такой ситуации может быть отбор проб угля в разных частях шахтного поля и на разном удалении от зон влияния геологических нарушений и газового выветривания. Кроме места отбора проб угля в шахтном поле на значительные отклонения $\sigma = 10,37\%$ экспериментальных данных от усредняющих прямых (1, 2) могла оказать точность определения выхода летучих веществ при термическом разложении углей без доступа воздуха. Для оценки влияния этого фактора рассмотрели абсолютные среднеквадратические отклонения ($\bar{\sigma}_i$) в отдельных диапазонах изменения V^{daf} (табл. 1).

Абсолютные среднеквадратические отклонения (σ_i) находились в интервале $2,29 \div 5,33\%$ с корреляционной зависимости ($r=1$) от \bar{V}_i^{daf} (рис. 2а). Среднее ее значение (прямая 1) составляет 3,8 %.

Таблица 1

Сведения о значениях среднеквадратических отклонений (СКО) ($\bar{\sigma}_i$) от усредняющей прямой 1 (рис. 1) в отдельных диапазонах изменения V_i^{daf}

Диапазоны изменения V_i^{daf} , %	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Среднее значение V_i^{daf} в диапазоне, %	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
Абсолютное СКО в диапазоне $\bar{\sigma}_i$, %	5,33	4,23	3,62	2,29	4,22	3,08	3,17	4,38	3,61
Относительное СКО $\Delta\bar{\sigma}_i = \frac{\bar{\sigma}_i}{\bar{V}_i^{\text{daf}}} \cdot 100, \%$	213,01	56,4	28,95	13,07	18,74	11,19	9,76	11,78	8,50

Авторская разработка



Относительные среднеквадратические отклонения ($\Delta\sigma_i$) определяется зависимостью:

$$\Delta\sigma_i = \frac{\bar{\sigma}_i}{\bar{V}_i^{\text{daf}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

Для рассматриваемой выборки возможные значения выхода летучих веществ V_i^{daf} находились в диапазоне $1 \div 50\%$, а абсолютные среднеквадратические отклонения ($\bar{\sigma}_i$) в отдельных диапазонах изменения V_i^{daf} составляли $2,29 \div 5,33\%$. Исходя из возможных значений V_i^{daf} и $\bar{\sigma}_i$, рассчитали согласно уравнению (1) ожидаемые минимальные ($\Delta\sigma_{\min}$), максимальные ($\Delta\sigma_{\max}$) и средние ($\Delta\sigma_{\text{cp}}$) относительные среднеквадратические отклонения.

Минимальное значение $\Delta\sigma_{\min}$ будет наблюдаться при максимальном значении V_i^{daf} ($\approx 50\%$) и минимальном $\bar{\sigma}_i$ ($\approx 2,29\%$). Для этого случая

$$\Delta\sigma_{\min} = \frac{2,29 \cdot 100}{50} = 4,58\%.$$

Максимальное значение $\Delta\sigma_{\max}$ будет наблюдаться при $V_i^{\text{daf}} = 1\%$ и $\bar{\sigma}_i = 5,33\%$:

$$\Delta\sigma_{\max} = \frac{5,33 \cdot 100}{1,0} = 533\%.$$

Исходя из аналогичных рассуждений среднее значение $\Delta\sigma_{\text{cp}}$ для рассматриваемой выборки определяется средними возможными значениями $\bar{V}_i^{\text{daf}} \approx 25\%$ и $\bar{\sigma}_i = 3,8\%$:

$$\Delta\sigma_{\text{cp}} = \frac{3,8 \cdot 100}{25} = 15,2\%.$$

Исходя из приведенных расчетов и графика изменения $\Delta\bar{\sigma}_i$ (рис. 2) следует, что \bar{V}_i^{daf} более или менее достоверно определяется при его значениях выше 25% . Относительное среднеквадратическое отклонение в этом случае составляет около 15% , что вполне приемлемо для технических расчетов.

При значениях выхода летучих веществ в диапазоне $25 \div 8\%$ резко снижается точность определения \bar{V}_i^{daf} , так как относительные среднеквадратические отклонения могут превышать 50% . Это ставит под сомнение применение выхода летучих веществ в рассматриваемом диапазоне его изменения как надежного классификационного показателя степени метаморфизма углей при установлении опасных свойств шахтопластов.

Еще в большей степени снижается точность определения массового выхода летучих веществ при его значениях менее 8% . В этом случае относительные среднеквадратические отклонения $\Delta\bar{\sigma}_i$ могут превышать 500% . Такая точность определения любого параметра недопустима для применения его в инженерных расчетах.

Особенности точности определения массового выхода летучих веществ



были учтены при разработке ГОСТов классификации углей по их генетическим и технологическим параметрам.

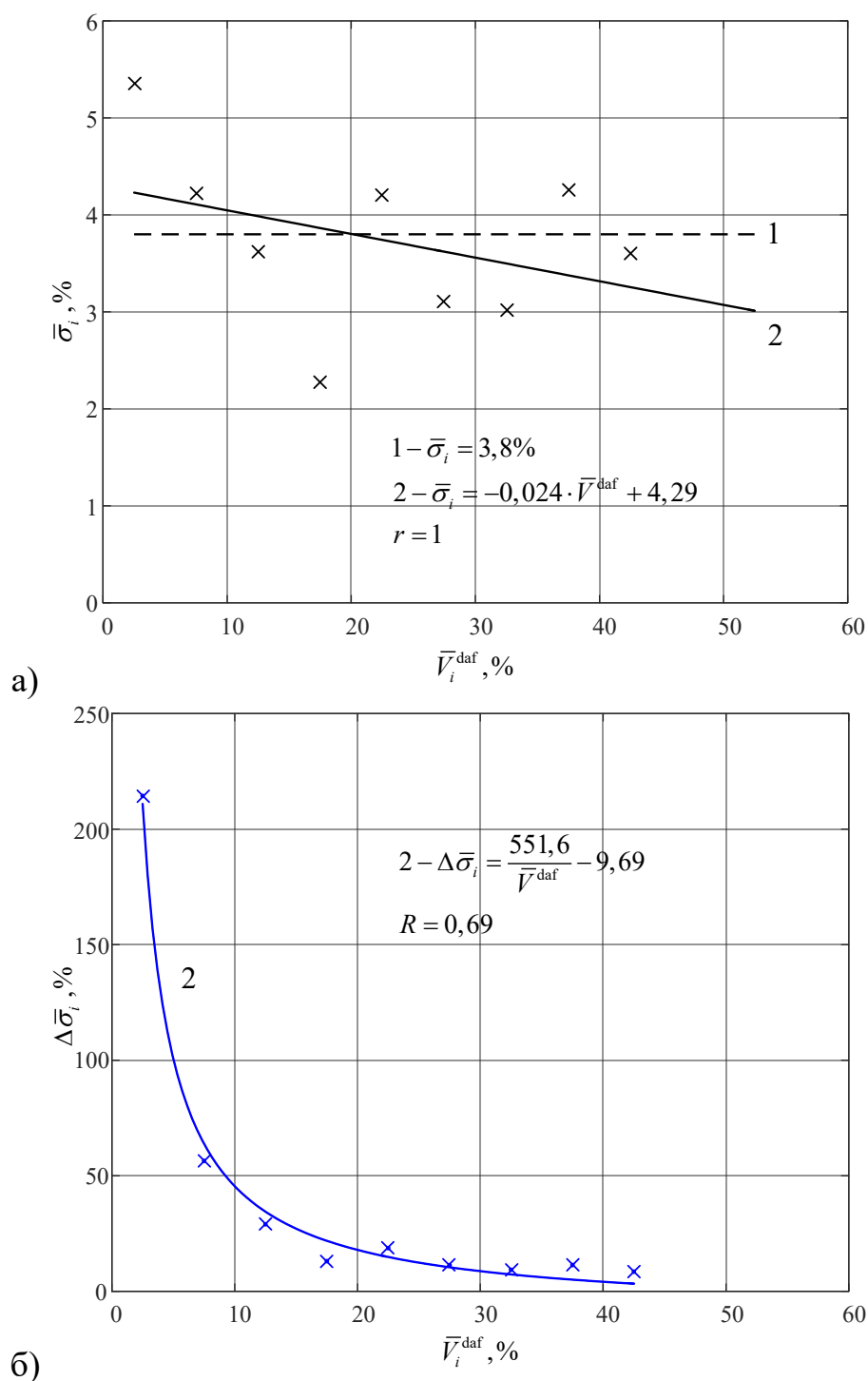


Рисунок 2 - Зависимость изменения абсолютных (а) и относительных (б) ($\Delta \sigma_i$) среднеквадратических отклонений от значения выхода летучих веществ в отдельных интервалах \bar{V}_i^{daf} :

1 (а) - прямая зависимости среднего абсолютного значения $\bar{\sigma}_i$;

2 (б)- кривая изменения относительного значения $\Delta \bar{\sigma}_i$;

× - средние значения $\bar{\sigma}_i$ и $\Delta \bar{\sigma}_i$ в соответствующих диапазонах \bar{V}_i^{daf} ;

r, R - коэффициент корреляции и корреляционное отношение.

Авторская разработка



Согласно [16] V^{daf} используется как классификационный показатель для деления ископаемых углей на виды топлива. При $V^{\text{daf}} = 8\%$ и более угли относят к каменным, а при $V^{\text{daf}} < 8\%$ - к антрацитам. В диапазоне $V^{\text{daf}} = 8 \div 48\%$ и более с помощью этого показателя угли по их потребительским свойствам делят на 21 тип. Высокая погрешность определения V^{daf} в диапазоне 8-25% при установлении потребительских свойств согласно промышленным классификациям компенсировалась рассмотрением дополнительных показателей, характеризующих технологические свойства углей. Окончательный подбор комплекса классификационных показателей для рассматриваемых углей устанавливался опытным путем с последующей проверкой в производственных условиях. Благодаря такому подходу создана современная промышленная классификация [16].

Прогнозировать подобным образом опасные свойства шахтопластов не представляется возможным, ввиду отсутствия условий для проведения соответствующих экспериментов в шахтных условиях. По этой причине в нормативных документах [7-10] выход летучих веществ при термическом разложении углей без доступа воздуха остается практически единственным классификационным показателем степени метаморфизма. При установлении отдельных видов опасных свойств шахтопластов используются значения $V^{\text{daf}} \geq 4\%$ [3-5], что не исключает относительной ошибки до 100% в определении этого показателя. В нормативных документах [7-8] оценка степени метаморфизма углей производится для диапазона изменения V^{daf} в пределах 2-8%, что также может приводить к существенным погрешностям. Приведенные факты свидетельствуют, что современная нормативная база Украины по безопасной отработке угольных месторождений требует ее усовершенствования в части прогнозирования опасных свойств шахтопластов с использованием других показателей степени метаморфизма углей.

Кроме места отбора проб угля в шахтном поле и абсолютной величиной V^{daf} на погрешность ее определения влияет также зольность [17, 18]: чем она выше, тем сильнее искажается значение V^{daf} . С ростом зольности увеличивается доля летучих веществ из минеральных компонентов и уменьшается доля органической массы, к которой относится общая величина летучих веществ из органической и минеральной частей угля при пересчете на сухую беззольную массу. Из-за отсутствия способов полной деминерализации пробы, получить точное значение V^{daf} лабораторным путем невозможно, а пересчет летучих веществ на органическую массу приводит к завышению показателя. В настоящее время показатель V^{daf} лишь приближенно характеризует поведение органической массы углей при термической деструкции и совершенно неприемлем для расчетов при высокой зольности проб. В соответствии со сложившейся ситуацией при установлении потребительских свойств каменных углей их зольность не должна превышать 10% [19]. Пробы с большей зольностью предварительно обогащают в



органических или неорганических жидкостях согласно разработанным ГОСТам. Такое искусственное снижение показателя содержания минеральных примесей в пробах угля при определении V^{daf} не соответствует природному состоянию шахтопластов, что несомненно сказывается на точности прогнозирования их опасных свойств.

Наличие устойчивой связи между V_2^{daf} и V_1^{daf} ($r = 0,935$, рис. 1) при отборе проб угля на разном удалении от зон газового выветривания и геологических нарушений свидетельствует о том, что выход летучих веществ при термическом разложении углей является довольно стабильным показателем для отдельно рассматриваемого шахтопласта независимо от угольного месторождения. Это, в значительной степени, обусловлено слабой корреляционной зависимостью выхода летучих веществ от глубины зоны газового выветривания ($r = 0,51$) и ее практическое отсутствие ($r = 0,05$) от угла залегания пластов [20].

Проведенные исследования подтвердили некоторое постоянство показателя выхода летучих веществ для угля отдельного шахтопласта вне зависимости от места отбора проб. Наряду с этим, учитывая неоднозначное изменение относительных среднеквадратических отклонений в зависимости от абсолютных значений показателя, нельзя считать его применение научно обоснованным для установления степени метаморфических преобразований углей при выходе летучих веществ менее 25%. Как было установлено ранее относительное среднеквадратическое отклонение для таких случаев может превышать 100%, что заведомо указывает на возможность получения недостоверных результатов при прогнозе проявления опасных свойств для значительного количества шахтопластов.

Использование показателя выхода летучих веществ для прогноза опасных свойств шахтопластов [7-10] позаимствовано, без должного научного обоснования, по аналогии его применения в промышленной классификации [16]. Для установления потребительских свойств пробы угля готовятся на сухую или на сухую беззольную массу [19], что не соответствует состоянию угля в шахтопластах при ведении горных работ. При прогнозе склонности шахтопластов к проявлению их опасных свойств необходимо учитывать имеющиеся различия между лабораторным определением показателей и условиями нахождения угля в производственных условиях. Они в первую очередь, отличаются наличием природной влаги и зольности при ведении горных работ.

Также без должного научного обоснования в нормативных документах [7-10] выход летучих веществ при термическом разложении углей принят как классификационный показатель степени метаморфизма углей. Общепринятым понятием метаморфизма является превращение бурого угля последовательно в каменный уголь и антрацит в результате изменения химического состава, структуры и физических свойств угля в недрах, преимущественно под влиянием повышенной температуры и давления [6]. Летучие продукты при термическом разложении углей непосредственно не могут характеризовать



изменения химического состава, структуры и физические свойства углей, происходившие в прошедшие геологические периоды времени. По своей сути процессы температурного разложения является очередной искусственной стадией преобразования углей при более высоких температурах [21]. Процессы метаморфизма углей в природных условиях достигали определенной степени преобразования органической массы при температуре не более 650°C. Термическое же разложение согласно требованиям химико-технического анализа производят при 900 или 850°C [19].

Заключение и выводы

Проведенные исследования позволяют сделать важные для усовершенствования нормативной базы безопасной отработки угольных пластов вывод:

1. Выход летучих веществ при термическом разложении углей является относительно постоянным показателем для отдельных шахтопластов разных угольных бассейнов, что подтверждается высокой взаимной корреляционной зависимостью между результатами лабораторных испытаний проб угля, отобранных в разных частях шахтных полей.

2. Относительная погрешность определения весового выхода летучих веществ для всех рассматриваемых угольных бассейнов зависит от абсолютного значения показателя. Максимальные относительные среднеквадратические отклонения более 100% наблюдаются при выходе летучих веществ менее 8%, а при выходе летучих веществ более 25% - они стабилизируются на уровне 10 ÷ 20%.

3. При разработке нормативных документов по безопасной отработке угольных шахтопластов, показатель весового выхода летучих веществ для характеристики степени метаморфизма без достаточного научного обоснования позаимствован из промышленных классификаций, характеризующих потребительские свойства углей.

4. Значение весового выхода летучих веществ согласно методикам установления потребительских свойств определяют в лабораторных условиях при искусственном снижении зольности менее 10% и удалении внешней влаги, что не соответствует производственным условиям проявления опасных свойств шахтопластов при ведении горных работ.

5. По своей сути температурное разложение представляет собой очередную искусственную стадию преобразования углей вне недр Земли при более высокой температуре по сравнению с процессами метаморфизма. Продукты разложения непосредственно не отражают изменения в химическом составе, внутреннем строении и свойствах углей, происходившие в прошедшие геологические периоды времени.

6. Для усовершенствования нормативных документов по безопасному ведению горных работ для характеристики степени метаморфизма углей при прогнозе опасных свойств шахтопластов необходимо использовать классификационные показатели, непосредственно отражающие изменение состава и свойства углей в процессе геологических преобразований.



Литература:

1. Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах. М.: Недра 1981, 336 с.
2. Эттингер И.Л., Шульман Н.В. Распределение метана в порых ископаемых углей. М.: Наука. 1975. 112 с.
3. Греков С.П., Пашковский П.С., Орликова В.П.. Тепловой эффект окисления углей и эндогенная пожароопасность / Уголь Украины. 2014. №10. С.46-50.
4. Акиньшин Б.Т. Метаморфизм и взаимосвязь микро– и макропористой структуры, влажности угля с газоносностью пластов / Уголь Украины. 1985. №3. С.37–39.
5. Медведев Э.Н., Саранчук В.И., Качан В.Н. Оценка пылеобразующей способности углей в ряду метаморфизма / Уголь Украины. 1984. №8. С.32–33.
6. ГОСТ 17070–2014. Угли. Термины и определения. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ. 2015. 17 с.
7. СОУ 10.7.00174088.011–2005. Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям. Издание официальное. Минуглепром Украины. К.: 2005. 221 с.
8. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. К. Основа. 1994. 311 с.
9. Руководство по предупреждению и тушению эндогенных пожаров на угольных шахтах Украины : КД 12.01.402 – 2000. Донецк : НИИГД. 2000. 216 с.
10. Руководство по борьбе с пылью в угольных шахтах. М.: Недра. 1979. 319 с.
11. Каталог шахтопластов Донецкого угольного бассейна с характеристикой горно–геологических факторов и явлений/Академия наук СССР, ИГД им. А. А. Скочинского. М.: МУП СССР. 1982. 268с.
12. Формирование динамики метановыделения из подрабатываемого массива при отработке газоносных угольных пластов: Монография / Н.И. Антощенко, В.Н. Окалелов, В.И. Павлов и др. Алчевск : ДонГТУ. 2013. 221с.
13. Брижанев А.М., Шейко Ю.М, Джамалова Х.Ф. Влияние тектонических нарушений на распределение газов в угленосных отложениях Донбасса. / Уголь Украины. 1982. №2. С.39–40.
14. Бутузова Л.Ф., Шакир Ш.М., Кулакова В.О., Колбаса В.А. Взаимосвязь между технологическими свойствами углей и составом технического экстрактов // Вестник Донецкого технического университета. 1(1). 2016. С.13–20.
15. Василенко Т.А. Влияние горно-геологических и структурных факторов на содержание метана в угольных пластах / Т.А. Василенко, В.Г. Гринев, А.Н. Молчанов, Д.А. Пономаренко / Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2015. № 1. С.46–55.
16. ГОСТ 25543-2013. Межгосударственный стандарт. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. Издание официальное. М.: Стандартинформ. 2014. 19 с.



17. Жуков П.П., Пашенко В.И. Об оценке выхода летучих веществ из угля / Уголь Украины. 1985. № 9. С.39–40.

18. Водолазский В.Т. О показателях степени метаморфизма каменных углей Донбасса / Уголь Украины. 1980. № 6. С. 35–36.

19. Августевич И.В., Сидорук Е.И., Броневец Т. М. Стандартные методы испытания углей. Классификации углей. – М.: «Реклама мастер», 2019. 576 с.

20. Водолазский В.Т. Связь глубины газового выветривания с углом залегания пластов и их метаморфизмом / Уголь Украины. 1980. № 1. С. 38.

21. Антощенко Н.И., Томалак Н.В. Сятковский С.Л. Влияние температуры на степень метаморфизма ископаемых углей / Уголь Украины. 2002. №7. С. 36–38.

References

22. Ayruni, A T. (1981). *Teoriya i praktika borbyi s rudnichnymi gazami na bolshih glubinah*. Moskva: Nedra.

23. Ettinger, I. L., & Shulman, N. V. (1975). *Raspredelenie metana v porah iskopaemykh ugley*. Moskva: Nauka.

24. Grekov, S. P., Pashkovskiy, P. S., & Orlikova, V. P. (2014). Teplovoy effekt okisleniya ugley i endogennaya požaroopasnos. *Ugol Ukrainyi*, 10, 46-50.

25. Akinshin, B. T. (1985). Metamorfizm i vzaimosvyaz mikro– i makroporistoy strukturyi, vlazhnosti uglya s gazonosnostyu plastov. *Ugol Ukrainyi*, 3, 37-39.

26. Medvedev, E. N., Saranchuk, V. I., & Kachan, V. N. (1984). Otsenka pyileobrazuyushey sposobnosti ugley v ryadu metamorfizma. *Ugol Ukrainyi*, 8, 32-33.

27. GOST 17070–2014. *Ugli. Terminy i opredeleniya. Mezhgosudarstvennyy standart*. (2015). Moskva: Standartinform.

28. SOU 10.7.00174088.011–2005. *Pravila vedeniya gorniykh rabot na plastakh, sklonnykh k gazodinamicheskim yavleniyam*. (2005). Kiev: Minugleprom Ukrainyi.

29. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugolnykh shaht*. (1994). Kiev: Osnova.

30. *Rukovodstvo po preduprezhdeniyu i tusheniyu endogennykh požarov na ugolnykh shahtakh Ukrainyi*: KD 12.01.402. (2000). Donetsk: NIIGD.

31. *Rukovodstvo po borbe s pyilyu v ugolnykh shahtakh*. (1979). Moskva: Nedra.

32. *Katalog shahtoplastov Donetsкого ugolnogo basseyna s harakteristikoy gorno–geologicheskikh faktorov i yavleniy / Akademiya nauk SSSR, IGD im. A.A. Skochinskogo*. (1982). Moskva: MUP SSSR.

33. Antoschenko, N. I., Okalelov, V. N., & Pavlov, V. I. (2013). *Formirovaniye dinamiki metanovyideleniya iz podrabatyivayemogo massiva pri otrabotke gazonosnykh ugolnykh plastov: Monografiya*. Alchevsk: DonGTU.

34. Brizhaney, A. M., Sheyko, Y. M., & Dzhamalova, H. F. (1982). Vliyanie tektonicheskikh narusheniy na raspredelenie gazov v uglienosnykh otlozheniyakh Donbassa. *Ugol Ukrainyi*, 2, 39-40.

35. Butuzova, L. F., Shakir, S. M., Kulakova, V. O., & Kolbasa, V. A. (2016). Vzaimosvyaz mezhdru tehnologicheskimi svoystvami ugley i sostavom tehnicheskogo ekstraktov. *Vestnik Donetsкого Tehnicheskogo Universiteta*, 1(1), 13-20.

36. Vasilenko, T. A., Grinev, V. G., Molchanov, A. N., & Ponomarenko, D. A. (2015). Vliyanie gorno–geologicheskikh i struk–turnykh faktorov na sodержание metana v ugolnykh plastakh. *Zbirnik Naukovih Prats UkrDGRI*, 1, 46-55.

37. GOST 25543–2013. *Mezhgosudarstvennyy standart. Ugli buryie, kamennyye i antratsityi. Klassifikatsiya po geneticheskim i tehrologicheskim parametram. Izdanie ofitsialnoe*. (2014). Moskva: Standartinform.

38. Zhukov, P. P., & Paschenko, V. I. (1985). Ob otsenke vyihoda letuchih veschestv iz uglya. *Ugol Ukrainyi*, 9, 39-40.

39. Vodolazskiy, V. T. (1980). O pokazatelyah stepeni metamorfizma kamennykh ugley Donbassa. *Ugol Ukrainyi*, 6, 35-36.

40. Avgushevich, I. V., Sidoruk, E. I., & Bronovets, T. M. (2019). *Standartnyie metodyi ispyitaniya ugley. Klassifikatsii ugley*. Moskva: «Reklama master».



41. Vodolazskiy, V. T. (1980). Svyaz glubinyi gazovogo vyivetrivaniya s uglom zaleganiya plastov i ih metamorfizmom. *Ugol Ukrainyi*, 1, 38.

42. Antoschenko, N. I., & Tomalak, N. V. (2002). Vliyanie temperatury na stepen metamorfizma iskopaemyih ugley. *Ugol Ukrainyi*, 7, 36-38.

Abstract. The paper considers possible errors in the determination of the volatile matter yield V^{daf} , which is used in the regulatory framework of Ukraine for predicting hazardous phenomena during mining, within individual mine layers. When developing regulatory documents, it was assumed that V^{daf} remains a constant indicator within a particular mine formation. Studies have established that V^{daf} remains a relatively constant value, but in parallel with this, an ambiguous accuracy of determining this indicator has been revealed, depending on its absolute value. The absolute standard deviations (σ_i) for different mines from the averaging straight line are $2.29 \div 5.33\%$, and the relative ($\Delta\sigma_i$) - were in the range of $8.50 \div 213.01\%$. $\Delta\sigma_i$ values over 20% correspond to V^{daf} values less than 15%. Such an accuracy in determining V^{daf} casts doubt on the possibility of using this indicator to predict the hazardous properties of mine layers.

Key words: coal, thermal decomposition, volatile matter yield, metamorphism, mine layers, hazardous properties, forecast, regulatory documents.

Статья отправлена: 17.05.2021 г.

© Антощенко Н.И.



УДК 577.112:612

CALPROTECTIN CONTENT UNDER THE DEVELOPMENT OF CROHN'S DISEASE AND NONSPECIFIC ULCERATIVE COLITIS**ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ КАЛЬПРОТЕКТИНУ ЗА РОЗВИТКУ ХВОРОБИ КРОНА ТА НЕСПЕЦИФІЧНОГО ВИРАЗКОВОГО КОЛІТУ****Gorelaya M./Горелая М.В.***PhD in Biological Sciences / Кандидат биологических наук**ORCID 0000-0002-1385-6751**Oles Honchar Dnipro National University**Днепроvский национальный университет имени Олеса Гончара*

Анотація. В роботі розглядається дослідження та діагностична цінність визначення і моніторингу вмісту білку кальпротектину у калових виділеннях організму людини. Використано сучасні, чутливі та специфічні методи дослідження: методи твердофазного імуноферментного аналізу; статистичні методи – для визначення достовірності отриманих результатів досліджень.

Об'єктами дослідження є: зразки стулу (калових виділень) здорових осіб та осіб з патологіями на хворобу Крона і неспецифічний виразковий коліт.

Мета роботи: дослідження вмісту кальпротектину при хронічних запальних захворюваннях кишечника, що ведуть до необоротних пошкоджень органів, призводять до небезпечних для життя хворих ускладнень та інвалідизації.

Одержані висновки та їх новизна. У роботі наведено обґрунтування і практичне значення вирішення науково-дослідної задачі – перегляду та аналізу основних літературних та експериментальних даних стосовно запальних захворювань кишечника, з'ясовано причини розвитку запальних процесів у відділах кишкового тракту, виділено основні методи діагностики на вміст фекального кальпротектину у хворих на хронічні запальні захворювання кишечника (хворобу Крона і неспецифічний виразковий коліт).

Результати досліджень можуть бути застосовані у фундаментальній біохімії, у клінічній біохімії при діагностиці та моніторингу терапії хвороби Крона та неспецифічного виразкового коліту, а також інших хронічних запальних захворювань кишечника.

Ключові слова: хвороба Крона, неспецифічний виразковий коліт, імуноферментні методи, кальпротектин.

Вступ.

Одним з основних питань сучасної медицини є хвороби шлунково-кишкового тракту (ШКТ). Тим важливішим стає розроблення методів профілактики, діагностики та лікування хвороб ШКТ, що не можливо без детального дослідження молекулярних механізмів виникнення і подальшого їх перебігу. Спостерігається значне зростання уваги до хвороб групи хронічних запальних захворювань кишечника (ХЗЗК), що відбувається не безпричинно. Для прикладу, у Західній Європі та США частота виявлення неспецифічного виразкового коліту (НВК) становить 70 – 150 хворих на 100 тис населення. У Швейцарії – 5,8; у Фінляндії – 7,0; у Данії – 7,8; у Бельгії – 10,8; в Англії – 14,8. По хворобі Крона (ХК) у Західній Європі та США – 70-100; у Швейцарії – 6,0; у Росії – 3,5 випадку на 100 тис населення [1]. Вік першої маніфестації в середньому складає 29 років. Жіноча частина населення хворіє у 1,5 рази частіше, захворювання характеризується більш важким протіканням, смертність у двічі вища, ніж у чоловічої статі. Нажаль, в Україні статистика



щодо поширеності цих захворювань ще досі не підрахована.

Слід також відмітити суттєве омолодження цих захворювань. Так у 30% хворих перша маніфестація відмічається у віці до 18 років. В дитячому та підлітковому віці ХЗК мають особливості характеру протікання, вони впливають на ріст і статеве дозрівання хворого, значно змінюють якість життя, призводячи до психологічних та соціальних складностей.

Неспецифічний виразковий коліт та хвороба Крона є найбільш тяжкими і поширеними виявами хронічних захворювань кишечника, в основі яких, насамперед, лежить хронічне запалення слизової оболонки кишки.

Мета роботи: дослідження вмісту кальпротектину при хронічних запальних захворюваннях кишечника (ХЗК), що ведуть до необоротних пошкоджень органів, нерідко призводячи до небезпечних для життя хворих ускладнень та інвалідизації.

Завдання даної роботи - переглянути та проаналізувати основні теоретичні та експериментальні дані стосовно запальних захворювань кишечника, з'ясувати причини розвитку запальних процесів у відділах кишкового тракту, виділити основні методи діагностики на вміст фекального кальпротектину у хворих на хронічні запальні захворювання кишечника.

Неспецифічний виразковий коліт

Неспецифічний виразковий коліт (НВК) - це передусім запальне захворювання товстої кишки хронічного типу, що характеризується появою виразкових утворень на слизовій оболонці кишки (рис. 1). Найчастіше НВК локалізується у нижніх відділах товстого кишечника, а саме у прямій та сигмоподібній кишці. Відмічається можливість поширення запалення на вище розташовані відділи, іноді з ураженням повздож повністю.



Рисунок 1. Виразкові утворення на слизовій оболонці прямої кишки [1].

Ю.В. Балтайтіс і співавтори, (1996); Г.А. Григор'єва, (1996) склали класифікацію за декількома параметрами [4].

- I. Перебіг: блискавичний, гострий, хронічний, рецидивний, безперервно рецидивний.
- II. Ступінь тяжкості: легкий, середньої тяжкості, тяжкий.



- III. Поширеність ураження: тотальний коліт з ретроградним ілеїтом або без нього, лівобічний коліт, дистальний коліт (проктосигмоїдит, проктит).
- IV. Активність запалення (за даними ендоскопії): виражена, помірна, мінімальна.
- V. Наявність ускладнень: системні, місцеві.

Хвороба Крона

Хвороба Крона (термінальний ілеїт) (ХК) – це запальне захворювання шлунково-кишкового тракту хронічного типу, яке найчастіше вражає кінцевий відділ тонкого кишечника та тонку (рис. 2) і сліпу кишку товстого кишечника. Також можлива локалізація ХК і в інших відділах ШКТ, а саме: ротова порожнина, стравохід, пряма кишка, анальний отвір тощо [2, 3, 4].



Рисунок 2. Дванадцятипала кишка за протікання хвороби Крона [1].

Вперше, хворобу Крона, як дискретну нозологічну одиницю, описали американські вчені В. Chohn та співавтори у 1932 р., хоча поодинокі випадки подібного захворювання були описані ще у XVIII і XIX ст.

А.Р. Златкіна та А.В. Фролівкс у 1985 розробили таку класифікацію [5]:

- I. Поширеність патологічного процесу: регіональний ентерит, гранульоматозний коліт, термінальний ілеїт, позакишкова локалізація.
- II. Стадія: початкові вияви, виражена клінічна картина, ускладнення.
- III. Клінічний перебіг: гострий, хронічний, рецидивний.
- IV. Фаза перебігу: загострення, затухання загострення, ремісія.
- V. Тяжкість перебігу: легкий, середньої тяжкості, тяжкий.

Клінічна картина така, що визначається різноманітним спектром виявів характеру локалізації та гостротою розвитку патології. Частіше за все, ознаки в часовій точці маніфестації мають стертий, недискретний характер, за цією причиною даний період часто виділяють як латентний. Тривалість від 2-ох до 5-ти років, та іноді, довше.

З основних, виділяють такі симптоматичні прояви НВК та ХК, як періодична діарея – надмірно гідратовані випорожнення, часті позиви до дефекації (6 і більше випорожнень на добу). При ураженні кінцевого відділу тонкого та товстого кишечника трапляються домішки кровоносної тканини в калі. Болі в області черевної порожнини носять хронічний або переймоподібний



характер. Іноді локалізуються в нижній ділянці черевної порожнини або в правому боці; також можуть рівномірно “розтікатися” по животу. Зазвичай у період загостреної стадії хвороби температура тіла може триматися на рівні 38 – 39 °С. Спостерігається зниження маси тіла, втрата апетиту, загальна слабкість, сухість у роті, постійна спрага [6]. Розвиток НВК і ХК передбачає синусоїдальний характер протікання, тобто з ремісіями і періодами загострення.

Не можна залишити без уваги й той факт, що НВК і ХК достатньо часто супроводжуються і позакишковими виявами, які також можуть передувати появі симптоматичної картини вищезазначених хвороб [7, 8]. Такі поза кишкові вияви частіше зустрічаються у представників старшого віку, ніж юнацького [9, 10, 11].

Серед транскишкових проявів, як основні, виділяють: а) ураження шкіри (найчастішими шкірними виявами є вузлова еритема, гангренозна піодермія, пустульозний дерматоз); б) ураження порожнини рота (афтозний стоматит, виразки і тріщини в ділянці губ); в) ураження суглобів: артрити, сакроілеїт, анкілозуючий спондиліт; г) захворювання очей трапляються в 4—5 % випадків (іридоцикліти, увеїти, склерити, епісклерити); д) ураження печінки можна розглядати як ускладнення основного захворювання та його медикаментозної терапії (жировий гепатоз, хронічний гепатит з переходом у цироз, склерозуючий холангіт, жовчнокам'яна хвороба) [12, 13]; е) ураження нирок включає гострий гломерулонефрит, сечокам'яну хворобу, амілоїдоз.

Транскишкові прояви НВК і ХК пояснюють аутоімунізаційними процесами, що спричинює такі ознаки імунного запалення.

Наступною вагомою складовою розвитку патологічного процесу виділяють частоту ускладнень, що спричинені запізнілим встановленням діагнозу та лікуванням.

Серед проявів патологічного процесу виділяють такі: а) перфорація стінки кишки з розвитком перитоніту; б) розвиток рубцевої тканини, що призводить до кишкової непрохідності; в) виразки, які призводять до кровотечі; г) токсичний мегаколон; д) нориці.

Зростають ризики злоякісних проліфераційних процесів при тривалості ХК і НВК близько 10 років і більше [14, 15]. По собі НВК та ХК, при довгочасному протіканні, залишають характерні сліди, такі як атрофії слизової кишечника, зниження всмоктувальної здатності [16, 17].

Етіологія, механізми формування реакції запалення кишечника, що призводять до порушення функціонування органу, а також захисних сил організму при НВК і ХК, остаточно не з'ясовані.

Відмічають як основні, такі фактори ризику ХЗЗК:

- Спадковий (відстежено підвищену частоту в однойцевих близнюків, рідних братів; в цьому випадку у 17% випадків, хворі мають родичів з цим захворюванням);
- Мікробний (роль цього фактору не підтверджено остаточно, проте результати окремих дослідницьких груп доводять вірогідність інфікування);
- Порушення проникності кишкового бар'єру;



- Фактори навколишнього середовища;
- Шкідливі звички (однак відмічають, що при курінні НВК загрожує менше; стосовно ХК, ситуація оборотна; вживання продуктів швидкого харчування також призводить до зростання ризику виникнення ХЗЗК);
- Порушення механізмів імунізації (системне ураження органів при ХЗЗК викликає небезпідставні припущення щодо аутоімунної природи захворювання; ускладнена регуляція місцевої імунної відповіді лежить в причинному центрі розвитку запальної реакції відділів кишечника).

Отже, можна зробити висновок, що генетичні фактори, аутоімунізація, екзогенний вплив за наявності низки ендогенних призводять до утворення хронічних запалень слизової оболонки кишечника [18, 19, 20].

Вміст фекального кальпротектину у хворих на хронічні запальні захворювання кишечника

В Україні для визначення активності запалення ХЗЗК до сих пір широко застосовували дослідження крові на наявність С-реактивного білку (С-РБ) [22, 23]. С-РБ вважався найбільш чутливим та специфічним клініко-лабораторним індикатором запалення і некрозу. Однак головним недоліком цього методу є те, що рівень С-РБ вказує лише на наявність запального процесу, але не на його локалізацію. Високі концентрації С-РБ можуть спостерігатися не тільки при ХЗЗК, але і при вірусних та бактеріальних інфекціях, системних ревматичних захворюваннях, наявності в організмі новоутворень, а також при багатьох інших патологіях, не пов'язаних травним каналом [24, 26]. Окрім того, підвищення рівня С-РБ корелює зі ступенем вираженості запального процесу тільки при ХК, тоді як при НВК подібна тенденція не спостерігається [27].

Аналогічна ситуація і з використанням показників швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) в якості маркера запалення. Вказуючи на наявність запалення, прискорена ШОЕ не дає інформації про його джерела. Окрім того, прискорена ШОЕ спостерігається при ряді інших запальних захворювань, які не пов'язані з травним каналом, що, в свою чергу, також не дозволяє вважати цей показник специфічним маркером для ХЗЗК [24, 26].

Останнім часом в діагностиці ХЗЗК стало популярним визначення активності запалення на підставі таких клінічних індексів, як Best (або CDAI) [28] і Truelove [27]. Що ґрунтуються, головним чином, на клінічних ознаках захворювання, вони далеко не завжди відповідають реальності, не дозволяючи, таким чином, об'єктивно оцінити якісні та кількісні характеристики запалення кишечника [28, 29]. У зв'язку з цим актуальною є розробка діагностичних методів, що дозволяють в найкоротші терміни оцінити стан кишечника, що характеризуються простотою виконання, мінімальною інвазивністю або її повною відсутністю. До таких методів відноситься визначення запальних маркерів у калі пацієнта. Одним з таких маркерів вважається фекальний кальпротектин (ФК) [30]. В економічно розвинених країнах Європи рівень фекального кальпротектину є визначальним в оцінці активності запалення при ХЗЗК [28, 26].

Кальпротектин - протеїн, що міститься в нейтрофільних гранулоцитах, моноцитах і макрофагах, має стійкість до метаболічного розпаду і, завдяки



вмісту в ньому кальцію, - до високої температури, дії протеолітичних ферментів [16]. Кальпротектин грає в основному захисну роль, відомо, що його концентрація в калі корелює з інтенсивністю нейтрофільної інфільтрації слизової оболонки кишечника [28, 31].

Кальпротектин, також відомий як MRP8/14 та S100A8/A9, є кальційзв'язуючим білком із сімейства білків S-100, який було вперше виділено з лейкоцитів крові [21]. Це олігомер із двох легких (11 кДа) і одної важкої (13 кДа) субодиниці із загальною молекулярною масою приблизно 36,5 кДа [22–24]. Гени субодиниць кальпротектину відомі, як S100A8 і S100A9, і знаходяться в хромосомі 1q21 [25]. MRP8 розглядається як активна субодиниця, тоді як MRP14 запобігає ранній деградації MRP8 [26].

На кальпротектин припадає 60% цитозольного білка в нейтрофілах і, в дещо меншій мірі, в моноцитах і макрофагах, які присутні у тілі людини, головним чином у плазмі, сечі, спинномозковій рідині, фекаліях, слині або синовіальній рідині. Кальпротектин бере участь у багатьох фізіологічних функціях, включаючи диференціювання клітин, імунну регуляцію, онкогенез, апоптоз та запалення [28, 29]. Кальпротектин відіграє важливу роль під час запалення і вважається позитивним гострофазним білком. Цей пептид впливає на фагоцитоз нейтрофілів (наприклад, CD35, CD66b, CD18, CD11b), сприяє хемотаксису та приймає участь у вродженій імунній відповіді, як білок молекулярної структури, пов'язаної з пошкодженням тканин.

Кілька патологічних станів можуть спричинити інфекцію або запалення слизової оболонки кишечника, що призводить до збільшення проникності слизової оболонки. Це призводить до посиленої міграції гранулоцитів та моноцитів за хемотаксичними речовинами у кишечнику. Крім того, бактеріальні компоненти, отримані з просвіту кишечника, діють як стимулятори для вивільнення медіаторів, таких як кальпротектин, з гранулоцитів та моноцитів, і тому кількість кальпротектину збільшується у фекаліях. Таким чином, наявність кальпротектину в фекаліях є наслідком міграції нейтрофілів у шлунково-кишкову тканину в результаті інфекції або запального процесу.

Кальпротектин у фекаліях надзвичайно стійкий до деградації кишковими секретами підшлункової залози та кишковими протеазами, а також до деградації бактерій як *in vitro*, так і *in vivo*. Його однорідний розподіл у виділеннях та стабільність у калі до тижня при кімнатній температурі сприяє його придатності на роль фекального біомаркеру, що дозволяє транспортувати зразки калу в лабораторію для аналізу. Той факт, що фекалії безпосередньо контактують зі слизовою, сприяє виявленню запальних станів кишечника шляхом вимірювання фекальних маркерів набагато точніше, ніж біомаркери, які були виміряні в сироватці крові. Тому, завдяки своїй специфічності щодо запалення шлунково-кишкового тракту, діагностична цінність визначення кальпротектину у фекаліях перевершує визначення кальпротектину у сироватці крові.

Виділений із фекалій кальпротектин визначали за допомогою стандартних методик імуноферментного аналізу (ІФА). Численні дослідження показали, що



концентрація кальпротектину у фекаліях демонструє позитивну кореляцію із перебігом хвороби на запалення кишечника.

Визначення вмісту кальпротектину у фекаліях є корисним для визначення причин шлунково-кишкових симптомів, коли важко розрізнити органічні та функціональні причини за симптомами або клінічним обстеженням. Він застосовується на практиці для диференціації запальних захворювань кишечника від синдрому подразненого кишечника (СПК), де ознаки та симптоми дуже схожі, але патологія інша. ХЗЗК - це органічне захворювання через запалення кишкової стінки, тоді як СПК має функціональну патологію через порушення моторики кишечника. Додатковою корисністю фекального кальпротектину є те, що зміни його рівнів є хорошим показником загоєння слизової оболонки або рецидиву запалення. Тому фекальний кальпротектин можна використовувати для моніторингу пацієнтів із ХЗЗК та виявлення пацієнтів із ризиком рецидивів.

У хворих на НВК рівень фекального кальпротектину перевищував аналогічний показник контрольної групи: від $(69,78 \pm 8,23)$ мкг / г до $(110,4 \pm 5)$ мкг / г у порівнянні з $(13,72 \pm 2,02)$ мкг / г ($p < 0,05$). Аналіз взаємозв'язку рівня фекального кальпротектину і ступеня тяжкості захворювання (рис. 3) показав наявність прямої залежності у хворих із середнім і важким ступенем захворювання ($p < 0,001$). Що стосується легкої ступені тяжкості, то тут залежність носила лише характер тенденції ($p > 0,05$).

При оцінці залежності рівня фекального кальпротектину у хворих з ХЗЗК від ендоскопічної активності запалення (рис. 4) між цими показниками виявлено тісну кореляцію ($r = 0,48$, інтервал довіри $0,33-0,65$; $p < 0,05$).

Показник фекального кальпротектину при цій патології перевищував показник здорових пацієнтів: від $(61,72 \pm 6,65)$ мкг / г до $(107,3 \pm 5)$ мкг / г в порівнянні з $(13,72 \pm 2,02)$ мкг / г ($P < 0,05$).

Максимальних значень рівень фекального кальпротектину досягав у хворих, що мають важку ступінь протікання захворювання, мінімальний - у хворих з легким ступенем перебігу (рис. 5). Кореляція між ендоскопічною та морфологічною оцінкою ступеня кишкового запалення і концентрацією фекального кальпротектину у хворих ХВЗК була тісною ($r = 0,65$, довірчий інтервал - $0,48-0,75$; $p < 0,05$).

При порівнянні показників фекального кальпротектину у пацієнтів з ХЗЗК, які перебувають в стадії загострення і стадії ремісії, було виявлено, що концентрація фекального кальпротектину у хворих в активній стадії захворювання була істотно вище аналогічного показника хворих, які перебувають в стадії ремісії ($p < 0,05$).

Таким чином, виявлено тісну кореляційну залежність між активністю ХЗЗК і концентрацією фекального кальпротектину ($p < 0,05$).

Вміст фекального кальпротектину у хворих на НВК і ХК достовірно перевищує цей показник у осіб без запальних захворювань товстої кишки ($p < 0,05$).

Рівень фекального кальпротектину як у хворих на НВК, так і у хворих ХК тісно корелює з фазою захворювання і активністю запалення, встановленою



згідно з ендоскопічними і гістологічним критеріями ($r = 0,65$).

При аналізі рівня фекального кальпротектину в групі хворих ХК спостерігали подібну картину. Концентрація фекального кальпротектину може бути достовірним критерієм для диференціальної діагностики функціональних і запальних захворювань товстої кишки.

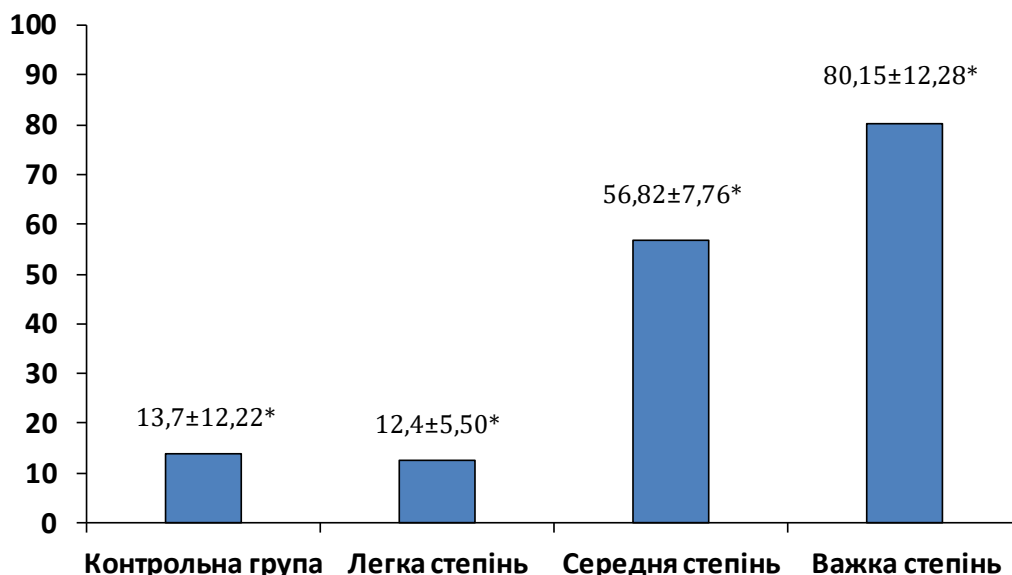


Рисунок 3. Концентрація фекального кальпротектину (мкг/г) у хворих на неспецифічний виразковий коліт у залежності від ступеня тяжкості захворювання [авторські дані].

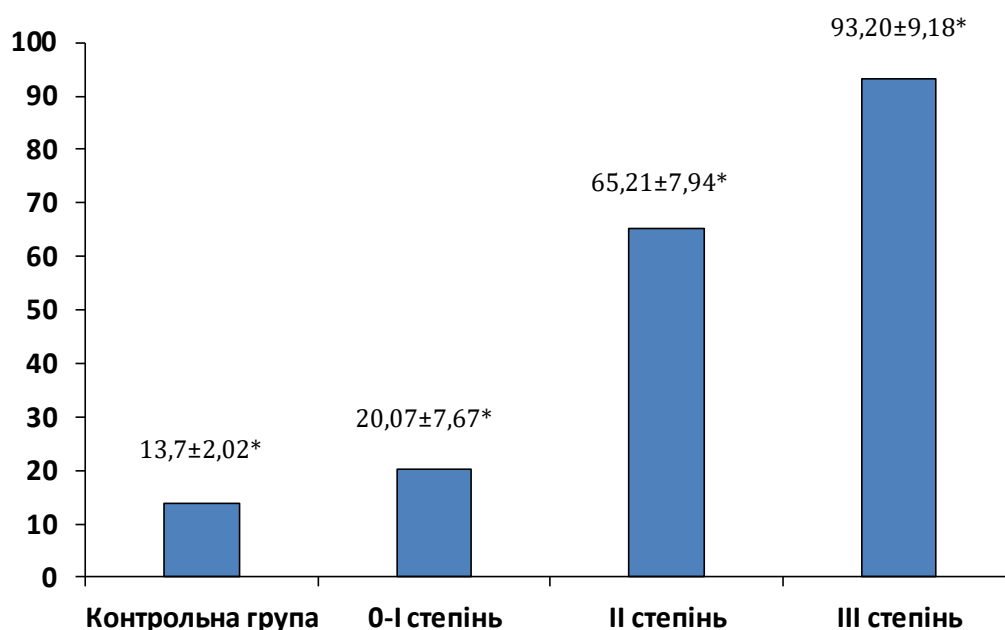


Рисунок 4. Концентрація фекального кальпротектину (мкг/г) у хворих на неспецифічний виразковий коліт у залежності від ендоскопічної активності [авторські дані].

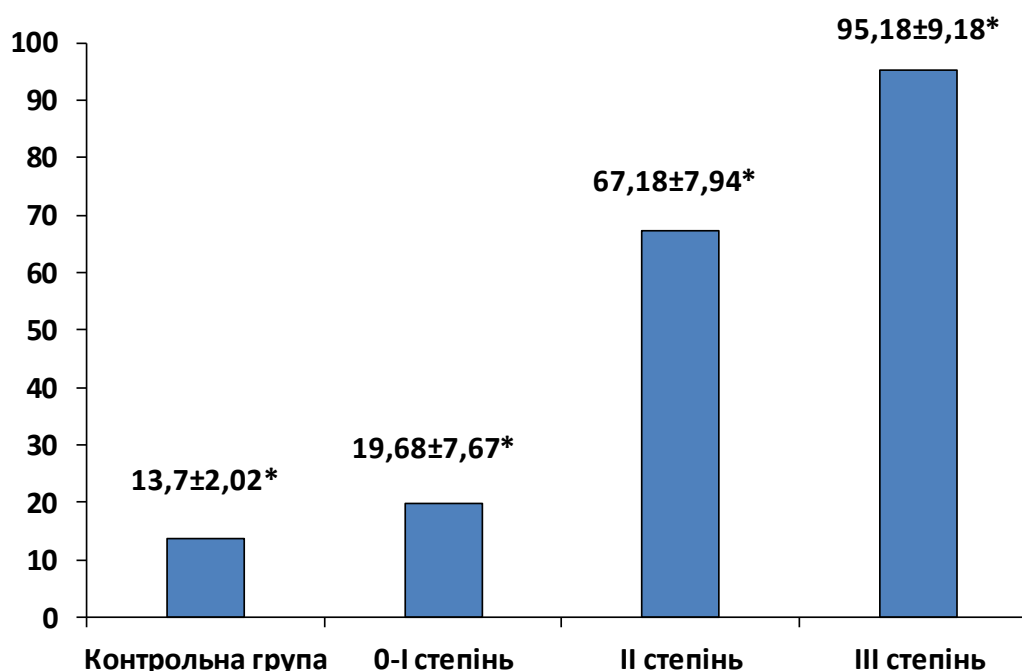


Рисунок 5. Концентрація фекального кальпротектину (мкг/г) у хворих на хворобу Крона у залежності від ендоскопічної активності [авторські дані].

Заклучення та висновки.

Таким чином, в результаті досліджень було переглянуто та проаналізовано основні теоретичні та експериментальні дані стосовно запальних захворювань кишечника. З'ясовано основні причини розвитку запальних процесів у відділах кишкового тракту. Виділено основні методи діагностики та лікування неспецифічного виразкового коліту та хвороби Крона. Розглянуто роль фекального кальпротектину у діагностиці хворих на хронічні запальні захворювання кишечника. З'ясовано характер залежності вмісту кальпротектину у калових виділеннях від ступеня тяжкості захворювань та ендоскопічної активності. Виявлено тісну кореляційну залежність між активністю ХЗК і концентрацією фекального кальпротектину ($p < 0,05$).

Визначення концентрації фекального кальпротектину може бути достовірним критерієм для диференціальної діагностики функціональних і запальних захворювань шлунково-кишкового тракту. Загалом, використання фекальних біомаркерів для скринінга органічних змін кишечника зменшує потребу у проведенні інвазивних ендоскопічних процедур, а отже є більш привабливим та епідемічно безпечним методом дослідження.

Література.

1. Тернуцак Т.М., Чопей К.І., Чопей І.В. Позакишкові прояви запальних захворювань кишки // Сімейна медицина.- 2011.- № 4.- С. 137-139.
2. Hori H., Ikeuchi H., Nakano H. Gastroduodenitis associated with ulcerative colitis // G. Gastroenterol.- 2008.- Vol. 43, N 3.- P. 193-201.
3. Крилова О.О., Аксьонов І.Г., Кошарний В.Ф. Стан слизової оболонки кишок у хворих на неспецифічний виразковий коліт і хворобу Крона та зміни його в результаті лікування із застосуванням автоцитокінів // Шпитальна



хірургія.- 2005.- № 13.- С. 72-75.

4. Сімонова О.В., Бойко Т.Й. Сучасні аспекти ендоскопічної діагностики неспецифічного виразкового коліту // Практична медицина- 2008.- Т. 14, № 6.- С. 115-123.

5. Захараш М.П., Лукашевич І.В., Дорожкіна Р.С. та ін. Диференційна діагностика абдомінального туберкульозу та хворо' би Крона // Клінічна хірургія.- 2011.- № 3.- С. 63-68.

6. Сімонова Е.В., Бойко Т.И. Эндоскопическая диагностика болезни Крона // Укр. журн. малоінвазивної та ендоскопічної хірургії- 2011.- Т. 15, № 3.- С. 18-24.

7. Чопей К.І., Тернушак Т.М., Чопей І.В. Ризик розвитку коморбідних захворювань внутрішніх органів у хворих із неспецифічним виразковим колітом і хворобою Крона (огляд) // Сімейна медицина.- 2011.- № 3.- С. 57-58.

8. Сімонова О.В., Бойко Т.Й. Сучасні аспекти ендоскопічної діагностики неспецифічного виразкового коліту // Практична медицина- 2008.- Т. 14, № 6.- С. 115-123.

9. Звягінцева Т.Д., Гриднева С.В. Сучасні підходи до діагностики хронічних захворювань кишечника // Укр. терапевт. журн.- 2005.- № 2.- С. 44-48.

10. Nikolaus S., Shreiber S. Diagnostic of inflammatory bowel disease// Gastroenterol- 2007.- Vol. 135 (5)- P. 1670-1689.

11. Roseth A.G., Aadland E., Grzyb K. et al. Normalization of faecal calprotectin: A predictor of healing in patients with inflammatory bowel disease // Scand. University Press.- 2004.- N 9.- P. 1017-1020.

12. Carroccio A., Jacono G., Cottone M. Diagnostic accuracy of fecal calprotectin assay in distinguishing organic causes of chronic diarrhea from irritable bowel syndrome: A prospective study in adults and children // Clin Chemistry.- 2003.- N 49.- P. 861-867.

13. Степанов Ю.М., Фёдорова Н.С. Содержание фекального кальпротектина у больных хроническими воспалительными заболеваниями кишечника //Днепропетровская государственная медицинская академия. Сучасна гастроентерологія. – 2010. – № 2. – С. 44 – 47.

14. Increasing incidence and prevalence of the inflammatory bowel diseases with time, based on systematic review. / Molodecky N.A., Soon I.S., Rabi D.M., Ghali W.A., Ferris M., Chernoff G., Benchimol E.I., Panaccione R., Ghosh S., Barkema H.W., Kaplan G.G. // Gastroenterology. 2012; 142: 4654.

15. Кияк Ю.Г. Вибрані питання гастроентерології для сімейних лікарів. — Львів : Априорі, 2011. - С. 207-213. - 500 прим. - ISBN 978-966-2154-35-1.

16. Faecal Calprotectin WPN Ganga W Pathirana,1 SA Paul Chubb,1,2 Melissa J Gillett, Samuel D Vasikaran1 Clin Biochem Rev. 2018 Aug; 39(3): 77–90. PMCID: PMC6370282 PMID: 30828114

17. Dhas DBB, Bhat BV, Gane DB. Role of calprotectin in infection and inflammation. Curr Pediatr Res. 2012;16:83–94. [Google Scholar]

18. Whitehead SJ, French J, Brookes MJ, Ford C, Gama R. Between-assay variability of faecal calprotectin enzyme-linked immunosorbent assay kits. Ann Clin



Biochem. 2013;50:53–61. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

19. Bjarnason I. The Use of Fecal Calprotectin in Inflammatory Bowel Disease. *Gastroenterol Hepatol (N Y)* 2017;13:53–6. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

20. Burri E, Beglinger C. The use of fecal calprotectin as a biomarker in gastrointestinal disease. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*. 2014;8:197–210. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

21. Ye L, Cheng W, Chen BQ, Lan X, Wang SD, Wu XC, et al. Levels of Faecal Calprotectin and Magnetic Resonance Enterocolonography Correlate with Severity of Small Bowel Crohn's Disease: A Retrospective Cohort Study. *Sci Rep*. 2017;7:1970. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

22. Sarsu SB, Erbagci AB, Ulus H, Karakus SC, Bulbul ÖG. The Place of Calprotectin, Lactoferrin, and High-Mobility Group Box 1 Protein on Diagnosis of Acute Appendicitis with Children. *Indian J Surg*. 2017;79:131–6. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

23. Bello C, Roseth A, Guardiola J, Reenaers C, Ruiz-Cerulla A, Van Kemseke C, et al. Usability of a home-based test for the measurement of fecal calprotectin in asymptomatic IBD patients. *Dig Liver Dis*. 2017;49:991–6. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

24. Xie T, Zhao C, Ding C, Zhang T, Dai X, Lv T, et al. Fecal calprotectin as an alternative to ulcerative colitis endoscopic index of severity to predict the response to corticosteroids of acute severe ulcerative colitis: A prospective observational study. *Dig Liver Dis*. 2017;49:984–90. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

25. Puolanne AM, Kolho KL, Alfthan H, Ristimäki A, Mustonen H, Färkkilä M. Rapid fecal calprotectin test and symptom index in monitoring the disease activity in colonic inflammatory bowel disease. *Dig Dis Sci*. 2017;62:3123–130. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

26. Kittanakom S, Shajib MS, Garvie K, Turner J, Brooks D, Odeh S, et al. Comparison of fecal calprotectin methods for predicting relapse of pediatric inflammatory bowel disease. *Can J Gastroenterol Hepatol*. 2017;2017 1450970. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

27. Moniuszko A, Głuszek S, Rydzewska G. Rapid fecal calprotectin test for prediction of mucosal inflammation in ulcerative colitis and Crohn disease: a prospective cohort study. *Pol Arch Intern Med*. 2017;127:312–8. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

28. Whitehead SJ, Ford C, Gama RM, Ali A, McKaig B, Waldron JL, et al. Effect of faecal calprotectin assay variability on the management of inflammatory bowel disease and potential role of faecal S100A12. *J Clin Pathol*. 2017;70:1049–56. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

29. Oyaert M, Boel A, Jacobs J, Van den Bremt S, De Sloovere M, Vanpoucke H, et al. Analytical performance and diagnostic accuracy of six different faecal calprotectin assays in inflammatory bowel disease. *Clin Chem Lab Med*. 2017;55:1564–73. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

30. Heida A, Knol M, Kobold AM, Bootsman J, Dijkstra G, van Rheenen PF. Agreement between home-based measurement of stool calprotectin and ELISA



results for monitoring inflammatory bowel disease activity. Clin Gastroenterol Hepatol. 2017;15:1742–1749.e2. [PubMed] [Google Scholar]

31. Vázquez Morón JM, Pallarés Manrique H, Machancoses FH, Ramos Lora M, Ruiz Frutos C. Accurate cut-offs for predicting endoscopic activity and mucosal healing in Crohn's disease with fecal calprotectin. Rev Esp Enferm Dig. 2017;109:130–6. [PubMed] [Google Scholar]

32. Mahsa Mahdipoura, Afshin Shafaghbi, Fariborz Mansour-Ghanaei, Amineh Hojati, Farahnaz Joukarc, Sara Mavaddatia Fecal calprotectin role in diagnosis of ulcerative colitis and treatment follow-up, Journal of Coloproctology (2019) Vol. 39. Issue 2. pages 115-120 (April - June 2019) [https://jcol.elsevier.es/en-fecal-calprotectin-role-in-diagnosis-articulo-S223793631830532X]

33. Eun Young Paek, Dae Yong Yi, Ben Kang & Byung-Ho Choe, Fecal calprotectin as a marker of gastrointestinal involvement in pediatric Henoch–Schönlein purpura patients: a retrospective analysis, BMC Pediatrics Published: 08 August 2020, BMC Pediatrics volume 20, Article number: 374 (2020) [https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-020-02263-x]

References.

1. Ternushchak, T, Chohey, K, Chohey, I 2011, Extraintestinal manifestations of inflammatory bowel disease, *Family Medicine*, no. 4, pp. 137-139.
2. Hori, H, Ikeuchi, H, Nakano, H 2008, Gastroduodenitis associated with ulcerative colitis, *G. Gastroenterol*, vol. 43, no. 3, pp. 193-201.
3. Krylova, O, Aksonov, I, Kosharny, V 2005, The condition of the intestinal mucosa in patients with nonspecific ulcerative colitis and Crohn's disease and its changes as a result of treatment with autocytoines, *Hospital Surgery*, no. 13, pp. 72-75.
4. Simonova, O, Boyko, T 2008, Modern aspects of endoscopic diagnosis of nonspecific ulcerative colitis, *Practical Medicine*, vol. 14, no. 6, pp. 115-123.
5. Zakharash, M, Lukashevich, I, Dorozhkina, R 2011, Differential diagnosis of abdominal tuberculosis and Crohn's disease, *Clinical surgery*, no. 3, pp. 63-68.
6. Simonova, E, Boyko, T 2011, Endoscopic diagnosis of Crohn's disease, *Ukr. magazine minimally invasive and endoscopic surgery*, vol. 15, no. 3, pp. 18-24.
7. Chohey, K, Ternushchak, T, Chohey, I 2011, The risk of developing comorbid diseases of the internal organs in patients with nonspecific ulcerative colitis and Crohn's disease (review), *Family Medicine*, no. 3, pp. 57-58.
8. Simonova, O, Boyko, T 2008 Modern aspects of endoscopic diagnosis of nonspecific ulcerative colitis, *Practical Medicine*, vol. 14, no. 6, pp. 115-123.
9. Zvyagintseva, T, Gridneva, S 2005, Modern approaches to the diagnosis of chronic intestinal diseases, *Ukr. therapist. Journal*, no. 2, pp.44-48.
10. Nikolaus, S, Shreiber, S 2007, Diagnostic of inflammatory bowel disease, *Gastroenterol*, vol. 135 (5), pp. 1670-1689.
11. Roseth, A, Aadland, E, Grzyb, K 2004, Normalization of faecal calprotectin: A predictor of healing in patients with inflammatory bowel disease, *Scand. University Press*, no. 9, pp.1017-1020.
12. Carroccio, A, Jacono, G, Cottone, M 2003, Diagnostic accuracy of fecal calprotectin assay in distinguishing organic causes of chronic diarrhea from irritable bowel syndrome: A prospective study in adults and children, *Clin Chemistry*, no. 49, pp. 861-867.
13. Stepanov, Y, Fedorova, N 2010, The content of fecal calprotectin in patients with chronic inflammatory bowel disease, *Dnepropetrovsk State Medical Academy Modern gastroenterology*, no. 2, pp. 44 - 47.
14. Molodecky, N, Soon, I, Rabi, D 2012, Increasing incidence and prevalence of



inflammatory bowel diseases with time, based on systematic review, *Gastroenterology*, 142, 4654.

15. Kiyak, Yu 2011, Selected questions of gastroenterology for family doctors, Lviv, Apriori, pp. 207-213. ISBN 978-966-2154-35-1.

16. Pathirana, G, Chubb, P, Gillett, M 2018, Faecal Calprotectin WPN, *Clin Biochem Rev*, Aug, 39(3), pp. 77–90. PMID: 30828114

17. Dhas, D, Bhat, B, Gane, D 2012, Role of calprotectin in infection and inflammation, *Curr Pediatr Res*, no. 16, p. 83–94. [Google Scholar]

18. Whitehead, S, French, J, Brookes, M, Ford, C, Gama, R 2013, Between-assay variability of faecal calprotectin enzyme-linked immunosorbent assay kits, *Ann Clin Biochem*, no. 50, pp. 53–61. [PubMed] [Google Scholar]

19. Bjarnason, I 2017, The Use of Fecal Calprotectin in Inflammatory Bowel Disease, *Gastroenterol Hepatol (N Y)*, no. 13, pp. 53–56. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

20. Burri, E, Beglinger, C 2014, The use of fecal calprotectin as a biomarker in gastrointestinal disease, *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*, no. 8, pp. 197–210. [PubMed] [Google Scholar]

21. Ye, L, Cheng, W, Chen, B, Lan, X, Wang, S, Wu, X, et al. 2017, Levels of Faecal Calprotectin and Magnetic Resonance Enterocolonography Correlate with Severity of Small Bowel Crohn's Disease, A Retrospective Cohort Study, *Sci Rep*, no. 7, p.1970. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

22. Sarsu, S, Erbagci, A, Ulusal, H, Karakus, S 2017, The Place of Calprotectin, Lactoferrin, and High-Mobility Group Box 1 Protein on Diagnosis of Acute Appendicitis with Children, *Indian J Surg*, no. 79, pp. 131–136. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

23. Bello, C, Roseth, A, Guardiola, J, Reenaers, C, Ruiz-Cerulla, A, Van Kemseke, C 2017, Usability of a home-based test for the measurement of fecal calprotectin in asymptomatic IBD patients, *Dig Liver Dis*, no. 49, pp. 991–996. [PubMed] [Google Scholar]

24. Xie, T, Zhao, C, Ding, C, Zhang, T, Dai, X, Lv, T 2017 Fecal calprotectin as an alternative to ulcerative colitis endoscopic index of severity to predict the response to corticosteroids of acute severe ulcerative colitis: A prospective observational study, *Dig Liver Dis*, no. 49, pp. 984–990. [PubMed] [Google Scholar]

25. Puolanne, A, Kolho, K, Alfthan, H, Ristimäki, A, Mustonen, H, Färkkilä, M 2017 Rapid fecal calprotectin test and symptom index in monitoring the disease activity in colonic inflammatory bowel disease, *Dig Dis Sci*, no. 62, pp. 3123–3130. [PubMed] [Google Scholar]

26. Kittanakom, S, Shajib, M, Garvie, K, Turner, J, Brooks, D, Odeh, S 2017 Comparison of fecal calprotectin methods for predicting relapse of pediatric inflammatory bowel disease, *Can J Gastroenterol Hepatol*, 1450970. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

27. Moniuszko, A, Głuszek, S, Rydzewska, G 2017 Rapid fecal calprotectin test for prediction of mucosal inflammation in ulcerative colitis and Crohn disease: a prospective cohort study, *Pol Arch Intern Med*, no. 127, pp. 312–318. [PubMed] [Google Scholar]

28. Whitehead, S, Ford, C, Gama, R, Ali, A, McKaig, B, Waldron, J 2017 Effect of faecal calprotectin assay variability on the management of inflammatory bowel disease and potential role of faecal S100A12, *J Clin Pathol*, no. 70, pp. 1049–1056. [PubMed] [Google Scholar]

29. Oyaert, M, Boel, A, Jacobs, J, Van den Bremt, S, De Sloovere, M, Vanpoucke, H 2018 Analytical performance and diagnostic accuracy of six different faecal calprotectin assays in inflammatory bowel disease, *Clin Chem Lab Med*, no. 55, pp. 1564–1573. [PubMed] [Google Scholar]

30. Heida, A, Knol, M, Kobold, A, Bootsman, J, Dijkstra, G, van Rheenen, P 2019 Agreement between home-based measurement of stool calprotectin and ELISA results for monitoring inflammatory bowel disease activity, *Clin Gastroenterol Hepatol*, no. 15, pp. 1742–1749.e2. [PubMed] [Google Scholar]

31. Vázquez Morón, J, Pallarés Manrique, H, Machancoses, F, Ramos Lora, M 2017 Accurate cut-offs for predicting endoscopic activity and mucosal healing in Crohn's disease with fecal calprotectin, *Rev Esp Enferm Dig* no. 109, pp. 130–136. [PubMed] [Google Scholar]



32. Mahdipoura, M, Shafaghlib, A, Mansour-Ghanaeia, F 2019 Fecal calprotectin role in diagnosis of ulcerative colitis and treatment follow-up, *Journal of Coloproctology*, vol. 39, is. 2, pp. 115-120. (April - June 2019) [<https://jcol.elsevier.es/en-fecal-calprotectin-role-in-diagnosis-articulo-S223793631830532X>]

33. Paek, E, Yong Yi, D, Kang, B, Choe, B 2020 Fecal calprotectin as a marker of gastrointestinal involvement in pediatric Henoch–Schönlein purpura patients: a retrospective analysis, *BMC Pediatrics* Published: 08 August 2020, *BMC Pediatrics*, vol. 20, Article number: 374. [<https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-020-02263-x>]

Abstract. *The research and diagnostic value of determining and monitoring the calprotectin protein content of in the human feces are considered in the work. Modern, sensitive and specific research methods were used: methods of solid-phase enzyme-linked immunosorbent assay; statistical methods - to determine the reliability of the obtained research results.*

The subjects of the study are: stool samples (fecal secretions) of healthy people and people with pathologies of Crohn's disease and nonspecific ulcerative colitis.

Purpose: to study the content of calprotectin in chronic inflammatory bowel disease, leading to irreversible organs damage, also leading to life-threatening complications and disability.

Obtained conclusions and their novelty. The substantiation and practical value of the research problem decision - review and the analysis of the basic and experimental data concerning inflammatory diseases of intestines are resulted in work, the reasons of development of inflammatory processes in departments of an intestinal tract are found out, the basic methods of diagnostics and the content of fecal calprotectin in patients with chronic inflammatory intestinal diseases (Crohn's disease and nonspecific ulcerative colitis).

The results of research can be used in fundamental biochemistry, in clinical biochemistry in the diagnosis and monitoring of Crohn's disease and ulcerative colitis development, as well as other chronic inflammatory bowel diseases.

Key words: *Crohn's Disease, Nonspecific Ulcerative Colitis, Enzyme-Linked Immunosorbent Assays, Calprotectin.*

Статья отправлена: 05.05.2021 г.

© Горіла М.В.



УДК 004.2

CHARACTERISTICS OF WATER USE AND VOLUME OF WASTEWATER DISCHARGE IN THE SURFACE WATER OF THE INDUSTRIAL REGION ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОБСЯГІВ СКИДАННЯ СТИЧНИХ ВОД У ПОВЕРХНЕВІ ВОДОЙМИ ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ

Koval V.V. / Коваль В.В.

К.М.С. / К.М.Н.

Rublevskaya N.I. / Рублевська Н.І.

d.m.s., prof. / д.м.н., проф.

Dnipro State Medical University, Dnipro, str. Vladimir Vernadsky, 9, 49044

Дніпровський державний медичний університет, вул. Володимира Вернадського, 9.

Valchuk S.I. / Вальчук С. І.

Acting Director General State Institution «Dnipropetrovsk Regional Laboratory Center of the Ministry of Health of Ukraine», str. Scherbanya, 6 / в.о. генерального директора ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України, вул. Щербаня, 6.

Pokhmurko I.V. / Похмурко І.В.

Deputy General State Institution «Dnipropetrovsk Regional Laboratory Center of the Ministry of Health of Ukraine», str. Scherbanya, 6 / Заступник генерального директора ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України», вул. Щербаня, 6.

Анотація. У статті наведено характеристику обсягів скидання промислових стічних вод у поверхневі водойми Дніпропетровської області у динаміці за 2015-2019 рр. Встановлено, що зберігається загальний високий рівень скидів промислових та господарсько-побутових стічних вод, але зареєстровано достовірне ($p < 0,05$) зниження в 1,36 раз кількості скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти у 2019, що зумовлено спадом промислового виробництва.

Ключові слова: промислові стічні води, скидання, поверхневі водойми.

Вступ. Екологічний стан поверхневих водних об'єктів України і якість води в них є основними чинниками санітарного та епідемічного благополуччя населення [1, 2]. При цьому питне водопостачання країни майже на 80 % забезпечується використанням поверхневих вод. Водночас, більшість водних об'єктів за ступенем забруднення віднесені до забруднених або дуже забруднених [3], втратили здатність до самовідновлення і знаходяться в стані деградації, що прирівнюється до рівня екологічної катастрофи [4].

Дніпропетровська область має потужний промисловий потенціал, де здійснюють господарську діяльність більше 4 тис. промислових підприємств, що супроводжується скиданням промислових та господарсько-побутових стічних вод у поверхневі водойми. На Дніпропетровщині виробляється майже п'ята частина (18,3 %) усієї реалізованої промислової продукції України [5].

Мета дослідження. Надати кількісну та якісну характеристику обсягів скидання промислових стічних вод у поверхневі водойми Дніпропетровської області у динаміці за 2015-2019 рр.

Матеріали, методи та обсяг досліджень. За матеріалами Департаменту екологічної політики Дніпропетровської обласної ради проведено аналіз об'ємів скидання стічних вод промислових підприємств по добуванню кам'яного вугілля, залізних руд, уранових і торієвих руд, виробництву цементу, чавуну, сталі, прокату, товарів народного споживання, коксу і побічних



продуктів, труб, феросплавів та інших кольорових металів, шин та гумово-технічних виробів, стартерних акумуляторних батарей, ракетно-космічної продукції, добрив, азотних сполук та ін. в динаміці з 2015 по 2019 рр. [6].

Основний текст. Результати дослідження свідчать, що у 2019 році забір води населенням достовірно ($p < 0,05$) підвищився на 1,07 раза в порівнянні з 2015 р., 2017 р. та 2018 р. Найвищим показником цього споживання був 2016 р. проти 2015 р. -достовірне ($p < 0,05$) підвищення в 1,17 раз (таблиця 1).

Частка поверхневих вод для господарсько-питного водопостачання області складає близько 86 %, а підземних тільки 14 % - це пов'язано з повільними темпами введення до експлуатації розвіданих запасів, що, можливо, могло б поліпшити більш якісно стан питного водопостачання.

Так, зареєстровано достовірне ($p < 0,05$) зменшення в 1,4 раза, за період спостереження з 2015 р. по 2019 р., обсягу використання свіжої води на питні та санітарно-гігієнічні потреби з 180,6 млн м³ до 129,2 млн м³ через зниження якості питної води. При цьому достовірно ($p < 0,05$) підвищувалося в 1,4 рази на виробничі потреби використання свіжої води із 612,2 млн м³ у 2017 році до 696,2 млн м³ у 2019 році. На сільськогосподарські потреби використання свіжої води достовірно ($p < 0,05$) знизилася після 2017 року у 3,1 рази з 2,1 млн м³ до 0,6 млн м³, через зниження в області сільського населення.

В останні роки відзначається погіршення забезпечення населення області якісною питною водою у зв'язку із збереженням високого рівня скидів промислових та господарсько-побутових стічних вод. З одного боку, дефіциту кількості водних джерел немає, з іншого – деякі населенні пункти мають проблеми з водопостачанням або не мають доступу до якісної питної води.

Привертає увагу достовірне ($p < 0,05$) зниження в 1,36 раз кількості зворотних вод у поверхневі водні об'єкти у 2019 році.

З промислових та виробничих підприємств Дніпропетровської області скидується ряд забруднюючих речовин із зворотними водами в кількості 553,7 тис. т у 2015 р., 462,4 тис. т у 2016 р., 421,4 тис. т у 2017 р., 360,3 тис. т у 2018 р. та 317,1 тис. т у 2019 р.: нафтопродукти, завислі речовини, сухий залишок, сульфати, хлориди, азот амонійний, феноли, нітрати, залізо, мідь, цинк, нікель, хром⁶⁺, алюміній, свинець, кадмій, кобальт, карбамід, марганець, нітрити, фтор, ціаніди, роданіди, толуол, фосфати, хром загальний.

У поверхневі водні об'єкти достовірно ($p < 0,05$) збільшений в 1,26 рази скид очищених стічних вод з 2017 по 2019 рр. (у 2015 - 2016 рр. ці показники розгалужені через підйом промислового виробництва):

- у поверхневі водні об'єкти скид нормативно очищених стічних вод достовірно ($p < 0,05$) вище на 1,14 раз в 2019 році, у тому числі на спорудах біологічного очищення вод достовірно ($p < 0,05$) вище на 1,15 раз у 2019 році, чого не спостерігається на спорудах механічного очищення, де у 2019 році достовірно ($p < 0,05$) нижче у 1,44 рази через морально технічно застарілі і недосконалі очисні споруди на підприємствах;

- у 2019 році скидання промислових відходів у поверхневі водні об'єкти достовірно ($p < 0,05$) вище на 1,24 рази більше нормативно (умовно) очищених стічних вод (356,0 млн м³), ніж у 2017 (288,5 млн м³);



- в поверхневій водні об'єкти скинуто достовірно ($p < 0,05$) менше у 1,21 рази забруднених стічних вод в 2019 році (200,0 млн м³), у тому числі недостатньо очищених достовірно ($p < 0,05$) менше у 1,12 раз в 2019 році та без очищення – достовірно ($p < 0,05$) менше в 1,36 рази у 2019 р.

Таблиця 1

Динаміка водокористування за 2015 – 2019 рр., млн м³ [5, 6].

Показники	2015	2016	2017	2018	2019
Забрано води всього із природних джерел, усього:	1097,0	1286,0	1033,0	1179,0	1180,0
У тому числі:					
- поверхневої	947,4	1138,0	891,0	1051,0	1035,0
- підземної	149,5	147,7	142,2	128,5	144,8
Використано свіжої води усього:	880,9	1055,0	802,0	868,3	865,8
у тому числі на потреби:					
- питні та санітарно-гігієнічні	180,6	169,7	158,2	147,7	129,2
- виробничі	670,3	856,5	612,2	684,1	696,2
- сільськогосподарські	2,9	2,7	2,0	0,3	0,6
Скинуто зворотних вод, усього:	750,6	925,9	680,5	757,3	738,6
- у підземні горизонти	0,4	1,2	0,4	0,6	0,1
- у поверхневі водні об'єкти	682,4	857,2	616,7	692,8	675,0
Скинуто зворотних вод в поверхневі водні об'єкти, усього	682,4	857,2	616,7	692,8	675,0
з них:					
- нормативно очищених, усього	102,7	99,8	97,9	115,7	119,0
у тому числі:					
- на спорудах біологічного очищення	99,5	97,6	95,8	113,5	116,9
- на спорудах механічного очищення	3,1	2,2	2,1	2,3	2,1
- нормативно (умовно) чистих без очищення	313,1	513,6	288,5	343,2	356,0
- забруднених усього:	266,6	243,8	230,3	233,9	200,0
у тому числі:					
- недостатньо очищених (НДО)	151,9	142,0	131,7	140,2	125,2
- без очищення	114,7	101,8	98,6	93,69	74,8
Показники	2015	2016	2017	2018	2019
Скинуто зворотних вод, усього:	750,6	925,9	680,5	757,3	738,6
- у підземні горизонти	0,406	1,7	0,4	0,6	0,2
- у поверхневі водні об'єкти	682,4	857,2	616,7	692,8	675,0
Скинуто зворотних вод в поверхневі водні об'єкти, усього	682,4	857,2	616,7	692,8	675,0
з них:					
- нормативно очищених, усього	102,7	99,8	97,98	115,7	119,0
у тому числі:					
- на спорудах біологічного очищення	99,5	97,6	95,8	113,5	116,9
- на спорудах механічного очищення	3,2	2,2	2,135	2,3	2,1
- нормативно (умовно) чистих без очищення	313,1	513,6	288,5	343,2	356,0
- забруднених усього:	266,6	243,8	230,3	233,9	200,0
у тому числі:					
- недостатньо очищених (НДО)	151,9	142,0	131,7	140,2	125,2
- без очищення	114,7	101,8	98,6	93,69	74,8



Висновок.

Отримані результати свідчать про наявність тенденції до зниження обсягів скидання промислових та господарсько-побутових стічних вод у поверхневі водойми Дніпропетровської області.

Реєструється достовірне ($p < 0,05$) зниження в 1,36 раз кількості зворотних вод у поверхневі водні об'єкти в 2019 році.

У стічних водах постійно присутні нафтопродукти, завислі речовини, сухий залишок, сульфати, хлориди, азот амонійний, феноли, нітрати, залізо, мідь, цинк, нікель, хром, алюміній, свинець, кадмій, кобальт, карбамід, марганець, нітрити, фтор, ціаніди, роданіди, толуол, фосфати, хром загальний, що призводить до забруднення поверхневих джерел господарсько-питного водопостачання.

Література:

1. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» // Відомості Верховної Ради України. - 2011. - №26. С. 218.
2. Степова О.В. Оцінка біогенного забруднення поверхневих водойм Полтавської області / Степова О.В., Рома В.В. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. - 2016. - № 1–2. С. 93.
3. Семінська О. О. Використання зворотного осмосу та нанофільтрації в очищенні стічних вод від фосфатів / Семінська О.О., Кучерук Д.Д., Балакіна М.М., Гончарук В.В. // Доповіді НАН України. - 2015.- №7. С. 150.
4. Мельник В.Й. Динаміка забруднення води річки Стир в межах Рівненської області / Мельник В.Й., Толочик І.Л. // Біологія та валеологія: зб. Наук. Пр. Харків: ХНПУ7. - Львів. - 2017. С. 179.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2017 рік. – Дніпро, 2018. – С. 15.
6. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2019 рік. – Дніпро, 2020. – С. 14.

Abstract. The article describes the volume of industrial wastewater discharges into the surface reservoirs of Dnipropetrovsk region in the dynamics of 2015-2019. 1.36 times the amount of discharge of return water into the surface water body in 2019, due to the decline in industrial production.

Key words: industrial wastewater, discharge, surface water bodies.

Статья отправлена: 05.05.2021 р.
© Коваль В.В.



UDC 504.453:550.46

MODERN ECONOMIC ACTIVITY AND ITS IMPACT ON THE STATE OF THE RIVER-BASIN SYSTEM OF THE STRYI RIVER**СУЧАСНА ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА СТАН РІЧКОВО-БАСЕЙНОВОЇ СИСТЕМИ РІЧКИ СТРИЙ****Нnativ I.R. / Гнатів І.Р.***postgraduate student / аспірант*

ORCID: 0000-0002-2987-1673

*Lviv National Agrarian University, Lviv region, Dublyany, Volodymyra Velykoho str., 1, 30831**Львівський національний аграрний університет, Львівська обл.,**м. Дубляни, вул. Володимира Великого, 1, 30831*

Abstract. *Pollutants enter the reservoirs not only with concentrated discharges of industrial and agricultural enterprises or municipal wastewater treatment plants, but a significant part of their receipt is due to the flushing of pollutants from catchment areas. In the Lviv region there are mining areas of mineral deposits, which leads to extremely high anthropogenic transformation of geosystems. Significant problems in the protection of land resources in the catchment area of the Stryi River are the reduction of soil nutrients and their water erosion, as well as insufficient reclamation of disturbed lands. The peculiarity of Carpathian farming is that it passes on the slopes of a significant slope.*

The main disadvantages of modern forestry, which activate dangerous exogenous processes in the basins of mountain rivers, in addition to continuous deforestation are the use of the method of skidding wood using heavy machinery. The application of this technology causes the destruction of forest ecosystems, the transformation of the morphology of the slope, the intensification of erosion and landslides.

Keywords: *pollution of water bodies, anthropogenic impact, economic activity.*

Introduction.

The river network of Lviv region was the basis for the emergence of the first agricultural communities in Eastern Europe. Today it is an area belonging to the region with a high degree of economic development, where the main economic activities are agriculture, animal husbandry, mining, underground, open and downhole, development of deposits of building materials, forestry, water consumption, industrial processing of raw materials, transport, construction, recreation, etc. [1]. There is a continuous exchange of matter and energy between the abiotic and biotic components of river basin systems. The main channels of such communication are water flows, so the problem of optimizing the system of integrated control and monitoring of the state of surface waters and the level of their pollution is especially important on the way to sustainable development of society.

The main text

Physical and geographical conditions and natural resources of the Stryi river basin determine its basic directions of economic development, namely agrarian-forestry and industrial-transport. Being attractive for tourists and ecologically clean, the pool has significant recreational resources. Favorable geographical location, developed network of transport routes, proximity of borders with EU countries provide advantages for improving the economic and socio-cultural development of the territory. The Stryi-Chop railway, the Kyiv-Chop highway pass through the



territory of the basin, and the “Druzhba” main oil pipeline, which supplies oil to Europe, and the “Mir” high-voltage transmission line pass from the northeast to the southwest [2].

In general, Ukraine is one of the few countries in the world where most types of minerals have been discovered and developed to varying degrees. The results of exploration work in recent years show that the subsoil of the state is also rich in such types of minerals, which in the past were classified as substandard and had no industrial significance. These include non-ferrous (lead, zinc, copper), rare and rare earth metals, deep hydrocarbon deposits, etc. available in Lviv region. Most of them require geological study for possible industrial development in the near future. In the region there are mining areas of mineral deposits, which leads to extremely high anthropogenic transformation of geosystems (fig. 1) [1].

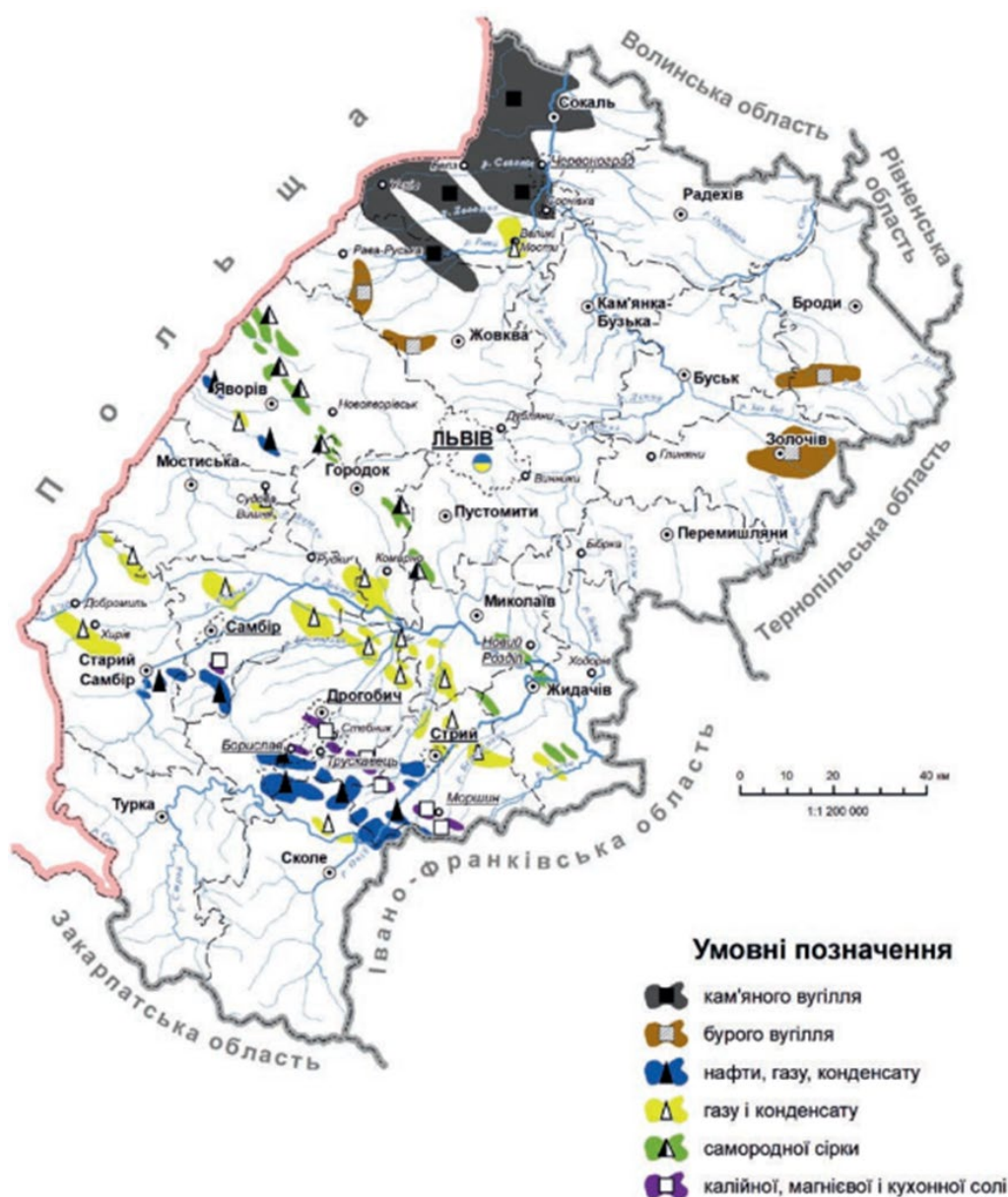


Fig. 1. The main mineral deposits of Lviv region

In the cities of Stryi, Zhydachiv, Skole and Turka, as well as in the territories of some other united territorial communities (UTC) there are enterprises of various



forms of ownership of machine-building, electrical, logging, transport and service, woodworking, pulp and paper and other areas. Stynavske, Pivdennostynavske, Tanyavske, Skhidnytske, Uritske and Zavodivske oil fields are exploited and hydrocarbons are searched within other licensed areas [3].

Most gas fields are developed in the Syansky and Dniester Pre-Carpathians, as a result of which the Drohobych and Stryi foothills experience a significant mining load. In the Beskids lowlands, all oil and gas fields produce gas together with oil, which increases the intensity of mining impact on landscape systems. Gas fields of Lviv region belong to the system of NJSC Naftogaz of Ukraine. The network of gas pipelines is significantly extensive and includes gas compressors and dozens of gas distribution stations. Old gas fields of Precarpathia are used as underground gas storage facilities to store free gas reserves, which are needed for domestic consumption or export to Europe. Today there are four gas storage facilities in the region [1].

Along the river Stryi, in the area from the village Rozgirche to the village Duliby, the aquifer of the Stryi groundwater deposit with reserves of 270 thousand m³ / day was formed. The field is operated by three coastal water intakes: Zhulynsky, Bratkivsky and Lyubynetsky. Water intake wells are located along the river. Lyubynetsky water intake provides water to the cities of Drohobych, Truskavets, Stebnyk, Boryslav, Zhulynsky - Lviv, and Bratkivsky - Stryi and Morshyn [3].

Significant problems in the protection of land resources in the study area are to reduce the content of soil nutrients and their water erosion, as well as insufficient reclamation of disturbed lands. The peculiarity of Carpathian farming is that it passes on the slopes of a significant slope. The studies are executed in the mountain-Carpathian experimental station show that only for the autumn-spring period from the optic field is washed to 200 m³ of soil with 1 hectares [4].

Agricultural load on the basin system causes changes in land use model, affects the redistribution of the structure of components and its geochemistry. Prolonged and intensive land use causes changes in the development of ecological and geomorphological processes, morphology of the basin system and its environmental state. The Indicators of the degree of soil erosion and the area of eroded soils are changing, the physical and chemical properties of soils and the morphology of the slopes of river basins are deteriorating. There is a degradation of small watercourses until their complete disappearance, deterioration of water quality in the channels of permanent watercourses as a result of physical and chemical denudation of the basin system. All this negatively affects both the functioning of the basin system and the quality of natural resources, the life of man and its health [5].

Since the early 90's, as a result of agrarian reform, two categories of agricultural enterprises were formed by private agricultural fixes on the basis of former collective farms and individual-private farms, mostly small deposits. This led to changes in the structure of the use of arable land for agricultural crops, their yields, introduction of organic and mineral fertilizers, mechanical cultivation of lands and significantly influenced the hydroecological and geoecological situation.

Adding mineral and organic fertilizers significantly affect the state of soil and groundwater as a result and in surface water. With products of soil cover in the river,



more than 30% of the components of the fertilizers are received [6].

Significant agribusiness of the territory is important to influence the development of forest industry. Mass deforestation in our region began in the XVIII century, and during the XIX century the vast majority of them were cut down in accessible places [7]. Deforestation was carried out on huge areas that stretched from river valleys to the upper limit of the forest. This led to the intensification of harmful geomorphological processes, such as planar and linear erosion of mountain soils, mudslides, catastrophic floods and winds [5, 7]. Further practice of artificial creation of spruce monocultures in the mountains and oak forests in the foothills caused massive damage to stands by root rot, entomo pests, etc. This led to a deterioration of biotic stability of forest ecosystems.

Continuous deforestation has a very negative impact on the flow of mountain streams, so if possible, it is necessary to use gradual and selective deforestation. With gradual felling, the change in water runoff is twice, and after selective - 10 times less than with continuous. Under the influence of continuous deforestation, soil erosion increases rapidly and as a result, the solid runoff of streams increases 10 times [8].

The main disadvantages of conducting modern forestry, which activate the dangerous exogenous processes in the basins of mountain rivers, except for the continuous cutting of the forest, consider the use of a wood shelving using heavy machinery. The use of this technology leads to the destruction of forest ecosystems, reforming the slope morphology, activation of erosion and landslide processes. The tracks used to ski the wood contribute to the emergence and subsequent ascent of the mudflow. Clogging of the slopes with wood residues of different sizes causes the concentration of runoff on the surface of the slope and getting into the channel of the mountain stream unused residues of logging. They cause blockage of mountain riverbeds, change the direction of flow during downpours and floods, concentrate it along dirt roads and cause deterioration of water quality [9].

Spatial analysis of placement of settlements within the basin systems of Prykarpattya indicates the predominance of the linear valley type of resettlement in the mountain and plain parts of the basin and an increase in the village load. This affects the landscapes of the river valleys, causes a change in the morphology of channels, the deterioration of the geoecological situation in the basin systems in general. Particular damage causes deepening and collection of building materials from rivers, location of residential buildings, spontaneous landfills and other potential sources of pollution in coastal protective bands of the river [5].

Conclusion and findings.

Investigation of the conditions and processes of formation of chemical composition and water quality is an urgent problem to take into account the influence of economic activity on the river basin system of Stryi. The main sources of pollution of river water are rainstorms from the territory of the city and industrial areas that are not cleared, washed out of the catchment areas of fertilizers and pesticides entered into the soil, as well as the disadvantages of modern forestry, which activate the dangerous exogenous processes in the basins of mountain rivers.

Significant volumes of pollution are created by landfills of household and industrial waste in the Stryi riverbed, as well as unauthorized quarrying, which



worsens the hydrological regime and the process of natural water purification.

References:

1. Lviv region: Natural conditions and resources: monograph / General editing of Dr. Geogr. Sciences, prof. M. M. Nazaruk. Lviv, Old Lion Publishing, 2018. 592 p.
2. Zastavnyy F.D. Geography of Ukraine / F. D. Zastavnyy - Lviv: World, 1994. T.1. 472 p.
3. Karabin V.V. Estimation of natural and man-made risks of pollution by phenols of drinking water of the Precarpathian (on the example of Stryi water intake) / V.V. Karabin, Yu. Z. Kozak, V.V. Kolodiy // Search and ecological geochemistry. 2006. No. 5. P. 35-41.
4. Environmental problems of agriculture Carpathians / F. Topolnyy, O. Gelter, S. Mospan, etc. // Labors NTSh: Ecological collection. T. XI: Environmental problems of the Carpathian region. Lviv, 2003. P. 351-360.
5. Pylypovich O.V. Geoecology of the river basin system of the upper Dniester: Monograph / O. Pylypovich, I. P. Kovalchuk; According to the scientific edition of Professor I.P. Kovalchuk. Lviv-Kiev: LNU named after Ivan Franko, 2017. 284 p.
6. Kovalchuk I.P. Regional ecological and geomorphological analysis / I.P. Kovalchuk. Lviv: Institute of Ukrainian Studies, 1997. 440 p.
7. Krynitsky G. The state of forests of the Ukrainian Carpathians, environmental problems and prospects / G. Krynitsky, P. Tretyak // Labor NTSh: Ecological collection. T. XI: Environmental problems of the Carpathian region. Lviv, 2003. P. 54-65.
8. Byblyuk N.I. Dangerous natural phenomena in the Carpathians: causes of occurrence and ways to minimize them /N.I. Byblyuk, I.P. Kovalchuk, O.S. Machuga // Scientific works of the Lianth Academy of Sciences of Ukraine: a collection of scientific works. Lviv: RVV of NLTU of Ukraine. 2008. V. 6. P. 105-119.
9. Snitynskyi V.V. Influence of extensive forestry activity in landslid and erosion phenomena in the Carpathian region / V.V. Snitynskyi, O.M. Yakhno, P.R. Khirivskyi, I.R. Hnativ, R.M. Hnativ // "Forest Engineering: Technology, Technology and Environment": Collection of Theses International. science. Conf., (NLTU of Ukraine, Lviv, Ukraine, May 28-30, 2020). P. 50-51.

Анотація. Забруднюючі речовини потрапляють у водойми не лише із зосередженими скидами промислових і сільськогосподарських підприємств чи очисних споруд міських стоків, але значна частина їх надходження обумовлена зливом політантів з водозбірних територій.

На Львівщині діють гірничовидобувні території родовищ корисних копалин, що призводить до надзвичайно високої антропогенної трансформації геосистем. Значними проблемами з охорони земельних ресурсів в районі дослідження є зменшення вмісту поживних речовин ґрунтів і їх водна ерозія, а також недостатня рекультивація порушених земель. Особливістю карпатського рільництва є те, що воно проходить на схилах значного похилу.

Основними недоліками ведення сучасного лісового господарства, які активізують небезпечні екзогенні процеси в басейнах гірських річок, окрім суцільних вирубок лісу вважають використання способу трелювання деревини за допомогою важкої техніки. Застосування цієї технології спричиняє руйнування лісових екосистем, переформування



морфології схилу, активізацію ерозійних та зсувних процесів.

Встановлено, що основними джерелами забруднення річкової води є дощові стоки з території міста та промислових площ, які не очищаються, змив з водозбірних площ внесених в ґрунт добрив та отрутохімікатів, а також недостатня очистка стоків на очисних спорудах.

Ключові слова: забруднення водних об'єктів, антропогенний вплив, господарська діяльність.

Стаття відправлена: 22.05.2021 р.

© Гнатів І.Р.



УДК 502.7

ECOLOGICAL AND ECONOMIC POTENTIAL OF WATER BASINS IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AND IRRATIONAL NATURE MANAGEMENT

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДНЫХ БАССЕЙНОВ (ЭЭП) В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Klymenko N.A. / Клименко Н. А.

Ph.D. of agr.s., prof. / д. с.-х. н., проф.

Grib Y.V. / Гриб И.В.

Ph.D. of b.s., prof. / д.б.н., проф.

Voityshyna D.Y. / Войтышина Д.И.

aspirant / соискатель

National University of Water Management and Nature Resources Use,
Rovno, Sobornaya 11, 33000Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Соборная 11, 33000

Аннотация. Стоимость речных бассейнов образуют ряд составляющих: качество воды (Iэ), антропогенная трансформация подсистем речных бассейнов (лесов, лугов, болот, распаханность угодий (Кэ)), а также биологическая продуктивность природных и искусственных биоценозов. Вследствие административного потребительского подхода к природопользованию, а не к речным бассейнам, как элементарной ячейки пространственных исследований; вся природная среда деградирована (перераспаханность территорий, переосушенность болот, уничтожению лесов и деградации речных пойм). Как следствие, ухудшилось качество природных вод, деградирована аборигенная ихтиофауна, природные ландшафты потеряли свое качество и привлекательность. В работе показана зависимость стоимости единицы поверхности бассейна реки от эколого-экономического потенциала. В условиях потепления климата и парникового эффекта наблюдается инфляция величины ЭЭП, и соответственно, снижение стоимости речных бассейнов.

Ключевые слова: биопродуктивность, фитоценозы, качество воды, трансформация русла, бассейн, экономический индекс, эколого-экономический потенциал, инфляция, рентабельность.

Введение.

Хозяйственный прессинг ресурсо- и водопользования, максимальная распаханность территорий и выращивание в сельском хозяйстве монокультур, масштабное мелиоративное осушение болот и переувлажненных территорий на Полесье во второй половине XX века, зарегулирование стока рек и бесконтрольное использование подземных вод (водоснабжение мегаурбо-территорий и промпредприятий, откачка воды из карьеров, устройство артезианских скважин на дачных территориях) привели к экологическому кризису в водном хозяйстве. Масштабы этого кризиса общественностью еще не осознаны, но возникает уже необходимость нормирования водопотребления в речных бассейнах и реабилитации природной среды, развития новой науки природопользования - экоэкономики.

В одной из фундаментальных работ по оценке рентабельности природопользования в речных бассейнах, мы показали, что в настоящее время



рентабельность сельского хозяйства в речных бассейнах находится на уровне кризиса и затраты не смогут покрываться прибылью. Весомой причиной низкой рентабельности сельскохозяйственного производства является обеднение почв гумусом из-за снижения массы вносимых органических удобрений (навоза) и употребление минеральных для получения урожая (кукуруза, подсолнечник, рапс, соя), что довело его содержание в черноземных почвах едва превышающих 2,0%. Известно, что гумус удерживает влагу, отсюда ускоренное пересыхание почв и деградация торфяников. Сухой торф также не удерживает влагу, минерализуется, подвержен возгоранию, а это ведет к увеличению содержания CO₂ в атмосферном воздухе [1, 2].

В рассматриваемой проблеме важное место занимает хозяйственная деятельность и ее последствия для водного хозяйства. В научной литературе имеются сообщения об этой взаимосвязи, на которые следует обратить внимание. Среди них:

а) резкое снижение уровня подземных вод из-за интенсивного водозабора и парникового эффекта, что привело к высыханию воды в шахтных колодцах, а также к кризису в естественных суходольных биогеоценозах (усыхание деревьев из-за отмирания корневой системы; Горбаковский водозабор в бассейне р. Горынь, для водоснабжения питьевой водой населения г. Ровно);

б) обмеление озер Шацкой группы (оз. Луки через перетекание воды в прилегающую осушительную территорию, эксплуатация которой прекращена из-за нецелесообразности [1, 4, 10];

в) откачка из карьера писального мела (50 тыс.м³/сутки высококачественной пресной воды (с. Хотислав, Беларусь), гидрологически связанной с водоносными горизонтами, питающими озера Шацкой группы – Свитязь, Луки, Перемут и др. [4];

г) накладка последствий хозяйственной деятельности на гидрометеорологические условия (масса атмосферных осадков и температурные нагрузки в максимумах и минимумах 11-летних циклов солнечной активности [6];

д) катастрофическое состояние водного баланса в рыбоводных прудах наливного типа, когда нет поверхностного стока и нет воды для водообмена;

е) ухудшение качества поверхностных вод через поступление недостаточно очищенных сточных вод из урботерриторий (соотношение естественного речного стока и сточных вод достигает в некоторых малых реках урботерриторий уровня 1:1 и не происходит их разбавление и самоочищение) [6];

ж) снижение биопродуктивности фитостромы болотных и лесных массивов (лекарственных растений, клюквы, грибов, ягод).

Таким образом формируется необычайно важная государственная взаимосвязанная проблема, определяющая будущее развитие общества: поверхностные воды, экология, чистая вода, биопродуктивность, демографическая нагрузка.

Нашей задачей было оценить последствия разбалансирования водного



хозяйства в речных бассейнах и возможность предотвращения отрицательных последствий для природной среды.

Природные ресурсы являются определяющим фактором в росте численности населения. В первую очередь – это пахотные земли и питьевая вода. На сегодня средняя мировая обеспеченность пахотной землей составляет 0,4 га на человека при ежегодном снижении из-за опустошения и деградации, на Украине 0,65 га/человека. Треть человечества имеет проблемы со свежей питьевой водой. К аридным зонам (малообеспеченным такой водой) относится также Лесостепная и Степная зоны Украины.

В тоже время экономическая наука никак не может выйти за рамки концепции «минеральные ресурсы – население – регламентация ресурсопользования», вместо новой концепции «природные ресурсы – демографическая нагрузка – водообновление». Можно оценить стоимость территории за всеми составляющими литосферы, что не дает решения вопроса определения пределов роста – за ценностью продуктов питания и свежей воды. Такая постановка вопроса может дать оценку стоимости астрофонда, Луны, Марса, но там не может жить человек.

Существующая в геологических исследованиях обновленная методика расчёта эколого-экономического потенциала территорий на основании административного деления базируется на суммарном определении экологического (сырьевого) потенциала (Е) и естественно-ресурсного потенциала (П) за формулой (1) [2]:

$$Kn = E + \Pi = \left(\frac{T}{C} + H\right) + \Pi \quad (1)$$

где Т – величина технической нагрузки на природную среду, включающая социально экономическую освоенность территории (промышленную, сельскохозяйственную, градостроительную, температурную, рекреационную нагрузки) и загрязненность почв, воздуха, поверхностных вод;

С – потенциал стоимости природной среды (метеорологический потенциал, атмосферную стойкость почв, поверхностных вод, биотический потенциал);

Н – степень поражения территорий природно-антропогенными процессами.

При всей сложности расчётов эколого-экономического потенциала территории (Kn) методика дает возможности характеристики степени поражения экологического равновесия (карьер, осушение, радиационное поражение) в системе «общество - природная среда» и определить направление и характер развития производительных сил, произвести пространственное эколого-экономическое картографирование исследуемых территорий на базе административного или географического деления. Однако, на фоне истощаемости природных ресурсов, постоянного ухудшения состояния окружающей среды, увеличения влияния парникового эффекта на водные системы, возникает острая необходимость привязки величины Kn (что дает по вышеизложенной методике базу для оценивания территории) до элементарной ячейки природной среды – речного бассейна [1, 3, 5, 9].



По нашему мнению, определение эколого - экономического потенциала бассейна реки должно включать следующие особенности формирования качества воды и физические составляющие этой макро экосистемы:

а) наличие эталона сравнения состава и продуктивности биогеоценозов поверхности водосбора;

б) наличие региональных характеристик природных (нечтупенных) территории в бассейне реки и обеспеченность всех сред хозяйственной деятельности водными ресурсами;

в) нормирование антропогенной нагрузки на речной бассейн;

г) компенсационные природоохранные мероприятия (реабилитация нарушенных земель, эффективная очистка коммунальных и ливневых сточных вод, создание заповедных территорий, экономия свежей воды);

д) биопродуктивные характеристики подсистем речного бассейна за синтезом первичного органического вещества, что является составной частью самоочищения водной среды;

е) экологическое качество водной среды и пригодности поверхностных вод до всех уровней природопользования.

К сожалению, технико-потребительский подход привел к кризису природопользования, ухудшению качества природной среды.

Сегодня структурно-функциональная организация подсистем речных бассейнов характеризуется резкой освоенностью природных территорий – вместо принятого соотношения нарушенных к нечтупенным территориям 1:1 за физико-географическими районами мы имеем: Украина – 1,0:0,3; Полесье – 1,0:0,4; Лесостепь – 1,0:0,25; Степь -1,0:0,15 (рис.1).

Материал и методы исследования.

Объектами исследований были притоки первого порядка р. Горынь (бас. р. Припять), бассейн Шацких озер (озера Свитязь, Луки, Перемут).

Река Горынь – п.п.р. Припять длиной 565,0 км и поверхностью водосбора 27700 км². Расположение - в верхнем течении (до впадения р. Устье), на Волыньско-Подольской возвышенности, среднее и нижнее течения – в Полесской низменности. Находится в зоне расширенного мелиоративного строительства. Большая часть бассейна распаханна. Лесистость составляет 18,0%, болота – до 6,0%. Большинство приток зарегулировано и включено в мелиоративные системы.

Шацкая группа озер: Свитязь, Луки, Перемут. Основные характеристики: глубина 6-7 м., максимальная в озере Свитязь – 58,0 м. (карстовая воронка), площадь водного зеркала – 24,2; 16,3; 15,1 км² соответственно. Структура территории Шацкого национального природного парка: природные территории (леса, луга, болота, водное зеркало) – 82,0%; освоенные территории (сельхозугодия, приусадебные участки) – 18%.

Р. Припять - л.п.р. Днепр. Длина реки – 748 км., площадь водосбора – 114300 км². На территории Украины протекает участок протяженностью 84 км., русло здесь с дамбой с целью предупреждения затопления поймы, что повлияло на функционирование экосистемы «русло-пойма», а также экосистемы озер Шацкой группы.

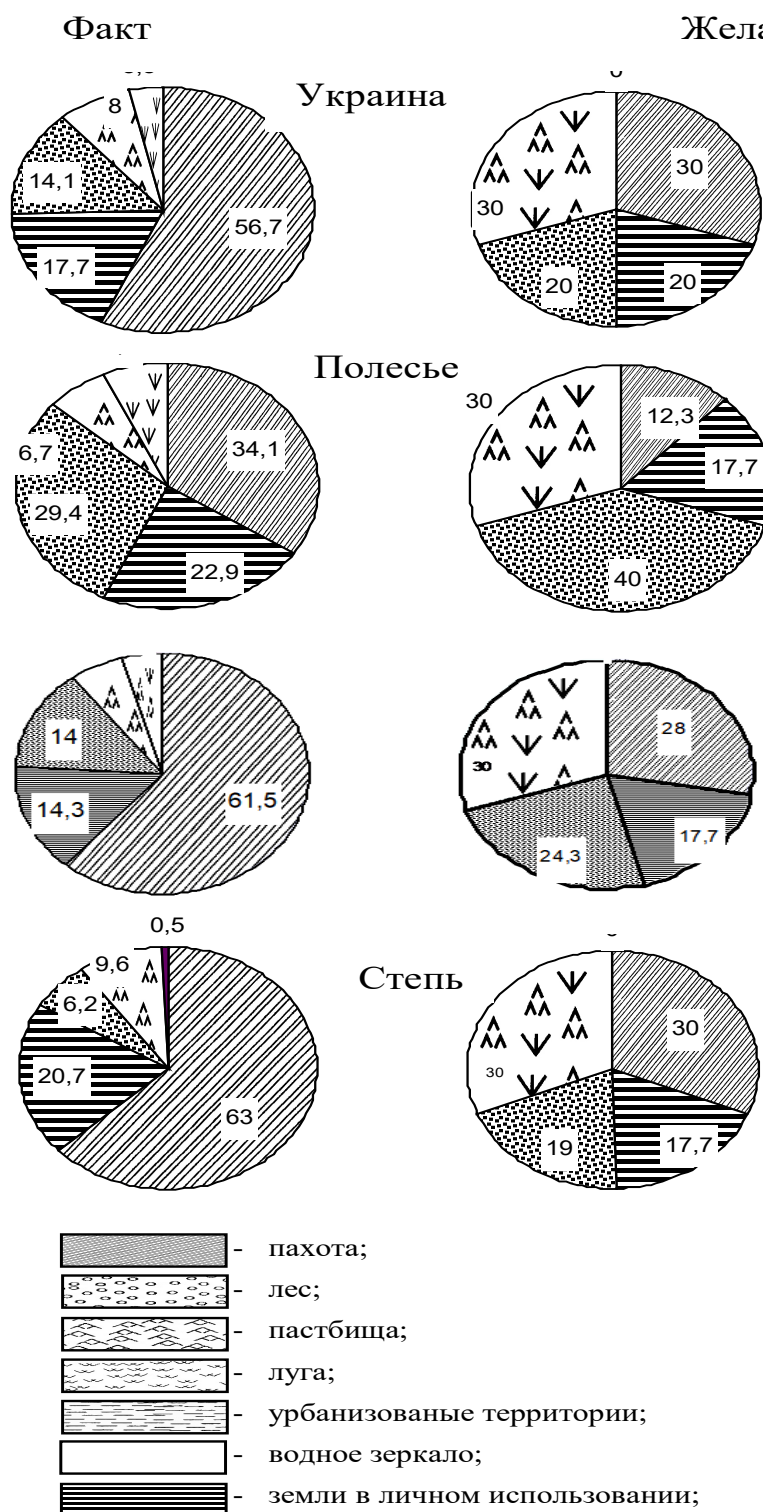


Рисунок 1 - Современная структурно-функциональная организация ландшафтов территории Украины

Методы исследований: апробированные, гидрологические, гидрохимические, экономические, ихтиологические, ландшафтные, экологические.

Результаты исследований и обсуждение.

Ранее мы определили, что эколого-экономический потенциал бассейна (*Эном*) определяли, как сумму факторных характеристик качества поверхностных вод (*Ie*), биопродуктивности ценозов поверхности водосбора за



гидроэкологической валентностью (ГЭВ), трансформацией речных подсистем сухоходольных биогеоценозов (K_{mp}) и пропускной способностью русел (K_{np})

$$\text{ЭЭП} = \sum I_{\text{Э}} + \text{ГЭВ} + K_{mp} + K_{np}. \quad (1)$$

В условиях потепления климата и нарушения гидрологического режима каждый из компонентов будет иметь определяющее ухудшающиеся для экосистемы значения (инфляция) и формула будет иметь вид:

$$I_{\text{Э}} = I_{\text{Э0}} + \Delta I_{\text{Э}}$$

$$\Delta I_{\text{Э}} = \frac{(I_A + \Delta I_A) + (I_B + \Delta I_B) + (I_C + \Delta I_C)}{3} \quad (2)$$

т.е. за счет уменьшения экологически обоснованных расходов воды в створе наблюдения и снижения разбавления поступающих примесей в «горячих» створах увеличится солевой фон, трофо-сапробиологические характеристики (увеличение содержания биогенов, органических примесей, фитопланктона, нарушение газового режима из-за «цветения воды» и явлений стагнации), также увеличивается токсическая составляющая из-за влияния продуктов разложения фитопланктона; $\Delta I_{\text{Э}}$ - прирост значений экологического индекса качества воды.

Увеличится нагрузка примесей на водные экосистемы за гидроэкологической валентностью

$$\text{ГЭВ} = \frac{\sum B}{q} = \frac{\sum B_{np} + \sum B_{прим}}{q} = \frac{\sum B + (\Delta B)}{q + \Delta q} \quad (3)$$

где: ΔB - снижение биомассы фитостромы, через усыхание и уничтожение лесов, распаханность, усыхание болот; Δq - изменение интенсивности поверхностного стока (отсутствие или минимизация из-за снижения массы атмосферных осадков или поглощение стока литосферой).

Из-за переосушения изменяются характеристики природных подсистем поверхности водозабора ($K_{np} + \Delta K$) – лесистости (усыхание), заболоченности (усыхание болот и переувлажненных территорий, загорание торфяников), снижение озерности территорий при увеличении антропогенной нагрузки ($\Delta K_{антр}$) при снижении компенсационных мероприятий

$$K_{\text{ЭК}} = \frac{\sum K_{антр}}{\sum K_{np} + \sum K_{унр}} = \frac{\sum K_{антр} + \Delta K_{антр}}{(\sum K_{np} - \sum \Delta K_{np}) + \sum K_{унр}} \geq 1,0 \quad (4)$$

Пропускная способность русел рек ухудшается из-за отсутствия стока, заиления или зарастаний русел высшей водной растительностью, а также прекращения связи русел с пойменными экотонами.

Очевидно, следует ожидать общего ухудшения экологической ситуации из-за увеличения антропогенной нагрузки на речные экосистемы и снижения их приемной ёмкости.

Полученные результаты и их обсуждение. Проведение расчета ЭЭП для бассейнов с проточными и непроточными водными экосистемами. При экологическом оптимуме ЭЭП=3,0 балла, речная система ухудшенного состояния в два раза (рр. Горынь, верховье р. Припять). Оз. Луки находится под влиянием рядом расположенной мелиоративной системы и проходящего рядом магистрального канала – в 34,3 раза, что повлияло на продуктивные характеристики экосистемы (табл.1).



Увеличение значений эколого-экономического потенциала или его инфляция характеризует динамику накопления энергии (энтропии) как показателя деградации бассейна, его обесценивания.

Таблица 1

Эколого-экономический потенциал исследуемых водных объектов в условиях парникового эффекта

Изучаемые характеристики	Объекты				
	0	1	2	3	4
1. Качество водной среды за экологическим индексом I_{Σ}					
- эталонные значения $I_{\Sigma 0}$	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0
- фактические значения $I_{\Sigma 1}$	3,0	3,0	1,93	6,3	3,0
KI_{Σ}	3,0	3,0	1,93	6,3	3,0
2. Трансформация поверхностного водостока (K_{Σ})					
- эталонные значения	1,0	3,0	2,0	2,0	2,0
- фактические значения ($K_{\Sigma 0}$)	3,0	6,0	2,1	12,0	4,5
($K_{\Sigma 1}$)	3,0	2,0	6,05	6,0	2,25
3. Природно-ресурсный потенциал (K_{Π}) за гидроэкологической валентностью					
- ГЭВ., m^3/t , оптимальная	100,0	70,0	80,0	90,0	80,0
- ГЭВ., m^3/t , фактическая	50	50,0	50,0	60,0	50,0
- K_{Π}	0,5	0,71	0,64	0,55	0,64
Эколого-экономический потенциал бассейна, $\Sigma\Pi$	6,5	5,71	3,64	12,85	5,89
Стоимость единицы поверхности водосбора, тыс.грн./га	2120,0	2200,0	3000,0	970,0	2300,0

Авторская разработка

Изучаемые объекты: 0 – р. Горынь; 1 – р. Припять верховье; 2 – оз. Свитязь; 3 – оз. Луки; 4 – оз. Перемут (Шацкий природный национальный парк)

Этот процесс происходит за счет ухудшения качества поверхностных вод (состояния речной и сточных вод, возможности их разбавления, эвтрофикации и гибели чувствительных видов аборигенной ихтиофауны), снижения буферной ёмкости фитостромы (массы фитоценозов подсистем леса, луговых пойм, болот, поверхностного стока) при отсутствии соблюдения элементарных правил водопользования – применения контурно-мелиоративных систем земледелия и соблюдения режима водоохраных зон речных русел. Третьим элементом деградации экосистем бассейнов рек является переосвоение природных территорий (перераспаханность, переосушение, вырубка лесов, ликвидация болотных угодий).

При экологическом оптимуме ЭЭП за тремя составляющими ($\Sigma\Pi=3,0$) фактические значения превышают его в 2-3 раза, что во столько же снижает экологическую стоимость территории (рис. 2).



Физическая интерпретация получаемых значений ЭЭП определяется нарастанием энтропии, т.е. нарастание концентрации энергии поступающей извне, соответственно, нарушение гидроэкологических условий усугубляющихся потеплением климата. Т.е. возникает явление аридизации территории.

Не в полной мере оценены экологические последствия осушения Полеских болот и деградация степных черноземов. Объединяет эти районы потеря массы гуминовых комплексов почв. Дело в том, что гуматы удерживают влагу и сорбируют токсические примеси и ионы тяжёлых металлов, переносимые атмосферными потоками на Полесье из Запада Европы, а в степной зоне Украины – из Донецко-Криворожского промышленного комплекса. Наличие токсических ионов ртути в подпочвенных и подземных водах этого региона определил в своих исследованиях [11].

А ртуть – это не только токсический элемент, накапливающийся в живых организмах, но и вызывающий повышенную агрессию индивидов в обществе.

Кроме того, повышенное содержание ионов закисного железа и марганца в Полеских болотах при их окислении обуславливают токсические примеси. А фитобиота связывает CO_2 атмосферного воздуха, снижая масштабность влияния парникового эффекта. В тоже время переосушенный торфяник при горении связывает кислород атмосферного воздуха и выделяет CO_2 . Известно, что в настоящее время удельный вес кислорода атмосферного воздуха снижается и составляет не $\approx 21\%$, а $18,9\%$.

Таким образом, нами впервые определена стоимость единицы эколого-экономического потенциала бассейна реки, его инфляция из-за не вполне выясненных эмерджентных последствий хозяйственной деятельности в окружающей среде (экосистемах бассейнов рек), усугубленных гидрометеорологическими и климатическими условиями (повышением среднегодовой температуры планеты, снижении массы атмосферных осадков, снижение абсолютных значений температур атмосферного воздуха в период зимней межени, ухудшении гидрометеоусловий в период минимума и максимума 11-летних циклов солнечной активности) [6].

Рассматривая три блока, формирующих ЭЭП, необходимо обратить внимание на уровень экологической трансформации поверхности водозабора [7]. Кризисное состояние наблюдается в Донецкой, Запорожской, Кировоградской, Днепропетровской областях, а также Николаевской, Одесской областях. Очевидно, планирование ведения народного хозяйства необходимо вести не только за административными принципами, а за бассейнами рек, как элементарной единицы пространственных исследований. Косная составляющая без биологических характеристик характерна для мертвой планеты.

Прогноз развития ситуации. Процесс старения водных объектов – озер, рек, русловых водохранилищ это объективность в историческом отрезке времени. Большинство озер превратятся в болота, реки – в цепочку русловых озер, русловые водохранилища в старые русла. Актуальность проблемы – в сосуществовании человеческого общества и природной среды. Нами выделены



основные процессы к интенсификации деградации среды и обесценивания эколого-экономического потенциала (ЭЭП) (табл. 2).

Таблица 2

Причины и последствия деградации природной среды

Природный объект, значение ЭЭП (опт=3,0)	Причины деградации	Последствия
Реки (5,5-6,5)	Зарегулирование; ликвидация промежуточных экотонов, перепаханность бассейнов; нарушение режима водоохраных зон; эвтрофикация.	Сегментация русел, изоляция экосистем и деградация ихтиосреды; ухудшение качества и количества поверхностного стока; заиливание русел рек антропогенными примесями; ухудшение газового режима; заморы рыб
Озера (3,64-12,85)	Заиление твердым стоком с поверхности водосбора; эвтрофикация и зарастание высшей водной растительностью; изоляция от речной сети	Усиление старения, эвтрофикация, формирование кризисной ситуации и нарушение воспроизводства аборигенных видов рыб. Деградация ихтиофауны
Русловые водохранилища (5,0-15,0)	Эвтрофикация; твердый сток; заиление; зарастание ВВР; загрязнение сточными водами; стагнация	Формирование кризисной ситуации; старение, ухудшение качества воды, формирование кризисной ситуации

Авторская разработка

Примечание: Необходима разработка технологии выживания озер: при глубине до 1м и интенсивности наращивания донных отложений составляет 2 см в год (в природных условиях – 1-2 мм) баланса емкости хватит на 50 лет.

$$Wi = \frac{W_{\text{бас}}}{K_{\text{ЭЭП}}} + Wo, \quad (5)$$

где Wi – современная стоимость бассейна, тыс./грн./га.; $\sum W_{\text{бас}}$ – валовая стоимость бассейна за биологической и косной составляющей; Wo – стоимость косной составляющей без биологической продукции фитостромы.

Пример расчета стоимости бассейна р. Горынь (пп. р. Припять – 12600 (табл. 3) грн/га (цена 2000 года). Современный эколого-экономический потенциал (ЭЭП) – 15,44.

3. Современная стоимость за формулой (5)

$$Wi = \frac{12600}{6.5} + 1000 = 2920 \text{ грн.}$$

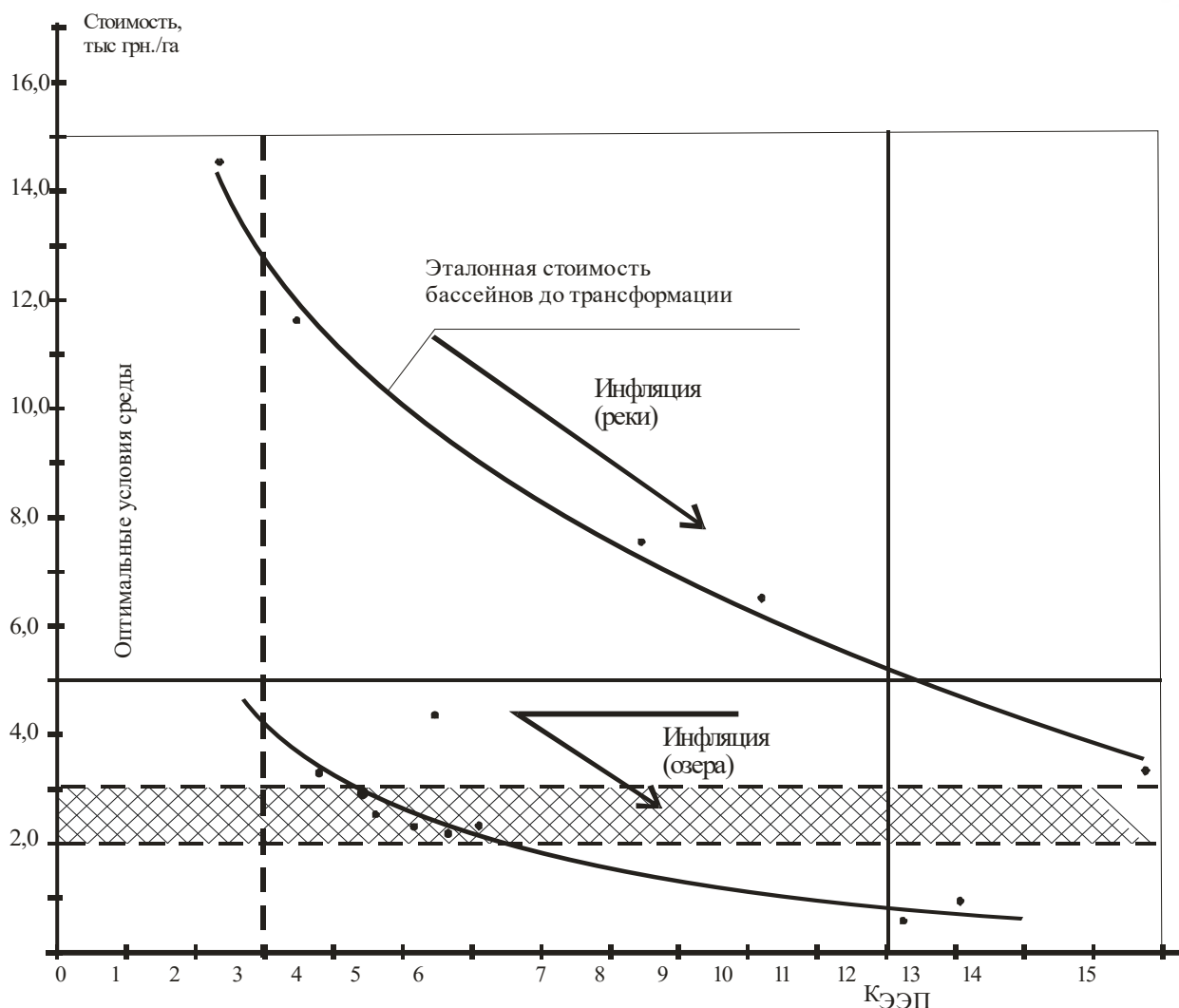


Рисунок 2 - Инфляция значений ЭЭП и стоимости бассейнов водных объектов в условиях потепления климата и трансформации территории

Таблица 3

Расчет экономического индекса (стоимости) бассейна р. Горынь

Учтенные характеристики	Площадь подсистемы (F), га	Валовая стоимость биомассы фитостромы (B), грн.	Валовая стоимость единицы измерения (W), грн.	Валовая стоимость подсистемы (W), грн.
Почва	1108000,0	$2,2 \cdot 10^6$	500,0	$1,1 \cdot 10^9$
Мелиорированные земли	51000,0	$1,02 \cdot 10^5$	500,0	$0,56 \cdot 10^7$
Пойменные луга и пастбища	346250,0	$6,92 \cdot 10^5$	500,0	$3,46 \cdot 10^7$
Болота	119000,0	$2,38 \cdot 10^5$	500,0	$1,20 \cdot 10^7$
Леса	495000,0	$4,95 \cdot 10^7$	500,0	$25,0 \cdot 10^9$
Богарные земли	На учитывалось			
Приусадебные хозяйства	55900,0	$1,2 \cdot 10^5$	1000,0	$1,2 \cdot 10^8$



Донные отложения (сапропель)	На учитывалось			
	Всего, площадь	2175150,0	52,88 · 10 ⁶	262, · 10 ⁸

Авторская разработка

Выводы.

Окружающая среда перешла рубеж природного восстановления водных макроэкосистем, а ноосфера, формируемая на базе биосферы, резко отличается от общепринятых норм природопользования: через снижение ее стоимость по отношению к эталонным бассейнам. Решение вопроса дальнейшего природопользования и демографической нагрузки находится в сфере экоэкономики – науки соединяющей принципы экологии и экономики речных бассейнов.

1. Урбанизированные территории, поставляющие в окружающую среду около 60% примесей, используют речную сеть как «естественную» систему доочистки, нарушая принципы гуманизма, условия формирования качества воды, разнообразия и продуктивности биоты. 30% примесей поставляет сельское хозяйство и только 10% формируют сток с природных территорий. Для выживания общества необходима коренная перестройка системы природопользования (финансирование и регламентация ресурсопотока).

2. Сельское хозяйство от использования множественных рассеянных природных локалитетов, освоения новых территории и уничтожения лесов перешло к тотальному распахиванию, химизации и выращиванию монокультур, что приводит к деградации черноземов, остепнению территорий, аридизации климата. Эту технологию уже проходили в прошлом сельское хозяйство на Среднем Западе США, а также приводило к гибели цивилизаций Азии и Междуречья в истории человечества.

3. Из паспортизованных 2000 рек Украины не восстановлено ни одной. В природном состоянии находятся единицы малых рек. В то же время в Западной Европе оценена стоимость природных территорий и рек (Австрия) и общество берет их под защиту. Т.е. в Украине предстоит большая работа по их реабилитации (зарегулированных, спрямленных, включенных в качестве магистральных каналов мелиоративных систем).

4. Эколого-экономический потенциал речных бассейнов является важным показателем, характеризующим динамику освоения территорий, формирования их цены и выбора направлений реабилитации (сохранение лесов, лугов, болот, обеспечение баланса гумуса в почвах).

5. Зависимость «стоимость единицы поверхности площади водосбора – эколого-экономической потенциал» описывается логистической кривой, аналогичной динамике содержания БПК₅ и времени очищения водной среды, т.е. это тот же биологический процесс, которым можно управлять (пример Японии, Китая, Австрии и др.).

6. Современный уровень природопользования характеризуется деградацией речных бассейнов за природоресурсным потенциалом



трансформированных территорий.

Резюме. Территориальное планирование ресурсопользования и расчета продуктивного потенциала с учетом состояния природной среды без учета экологически обоснованного предела антропогенной нагрузки привело к созданию регионов с кризисной ситуацией.

Она определяется ухудшением качества поверхностных вод, нарушением продуктивности биоценозов и условий восстановления равновесия природной среды. Эти явления снижают стоимость водных бассейнов, их привлекательность, а также влияют на экономические показатели (рентабельность).

Бассейновый подход позволяет определить возможные границы природопользования и ресурсопотока и сохранить возможность естественного восстановления равновесия природной среды. Ключом при системных исследованиях может служить эколого-экономический потенциал, как составная часть новой прикладной науки экоэкономики.

Литература.

1. Алексеевский В.Е. Осушительные мелиорации в верхнем течении р.Припять и их влияние на водный режим прилегающих территорий // В.Е.Алексеевский, Т.И.Топольник, Е.В.Цветова и др.-К.:НПО УкрНИИГИМ, 1991.-84 с.
2. Барановський В.А. Карта еколого-економічного зонування території України. К.: Українська економічна ліга, 1993
- 3.Войтишина Д.Й. Концепція еколого-економічної оцінки вартості об'єктів природно-заповідного фонду і антропогенно змінених ландшафтів// Збірник наукових праць НУВГП, випуск XIII, 4, 2007.-С.205-213.
4. Гриб Й.В. Хостиславський кар'єр крейди і Шацький природний національний парк – екологічні і економічні і ризики/Гриб Й.В., Войтишина Д.Й.// Науковий вісник ВНУ ім. Л.Українки, №17, 2010.-С.31-34.
5. Гриб Й.В. Ноосфера: іхтіологічні та екологічні проблеми реабілітації водних екосистем.// Й.В.Гриб, М.О.Клименко, В.В.Сондак, Д.Й.Войтишина/Вісник НУВГП. 2016,1(72).-13с.
6. Гриб И.В. Влияние солнечной активности и гидрометеорологических условий на ихтиоэкологическую ситуацию в некоторых водных объектах Украины. ЕСО-Tiras, Бендеры.Сборник научных трудов.-2016.-с.333-336.
7. Гриб Й.В. Реабілітація порушених річкових та озерних систем (гідро екологія, іхтіоекологія, економіка, управління). За редакцією Клименко М.О., Гриба Й.В., Гуцол А.В.. Рівне-Вінниця.2015.-424с.
8. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В., Гуцол А.В., Мушит С.О, Войтишина Д.Й. Моніторинг природокористування та стратегія реабілітації порушених річкових і озерних екосистем. : Національний університет водного господарства і природокористування. Рівне,2015 - 184с.
9. Клименко М.О., Войтишина Д.Й. Екоэкономика річкових іхтіосистем рівнинної частини території України. Вісник НУВГП, економіка, 2015.-5с.
- 10.Ромашенко М.І. Формування режиму природних вод району Шацьких



озер в сучасних умовах. К. : Аграрна наука, 2004.-96с.

11. Соколюк В.М. Показники якості води для напоювання тварин південного біогеохімічного регіону. Збірник наукових праць Білоцерківського національного університету.2014.Вип.11.-С.142-145.

12. Цветова О.В., Топольник Т.І. Екологічні наслідки осушувальних меліорацій на території ШНПП. Наукові дослідження 1983-1993.-С.108-115.

Abstract. Just considering the basins of the rivers as the primary cell of the economic research, we have assessed the situation in three components: the biological productivity (B), water quality of environmental index (I_e) and the capacity of water channels (Q_{pc}). However, in connection with climate warming and significant water losses for evaporation and a decrease (depression) level of underground waters in places of intensive catchment and the plowed surface water abstraction river basin has changed dramatically the conditions and nature of water use - shallow rivers and lakes, disappearing springs, and reduced the number of intermediate ecotones between the aquatic environment and land, which greatly influenced the overall environmental situation(oxbow lakes, floodplain lakes, tributaries of the first order).

Key words: productivity, plant communities, water quality, current channel, pool, economic index, environmental and economic potential, inflation.



**PRODUCTION OF PLANTING MATERIAL *SALIX MATSUDANA* KOIDZ.
FOR PLANTATION GROWING IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-
EASTERN PART OF THE FOREST STEPPE OF UKRAINE
ВИРОБНИЦТВО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ *SALIX MATSUDANA* KOIDZ. ДЛЯ
ПЛАНТАЦІЙНОГО ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Melnyk A. V. / Мельник А. В.

d. a. s., prof / д. с.-г. н., проф.

ORCID ID: 0000-0001-7318-6262

Tokman V. S. / Токмань В. С.

k. a. s. as.prof. / к. с.-г. н., доцент

ORCID ID: 0000-0002-1237-4611

Sumy National Agrarian University, Sumy, H. Kondratiyeva Str., 160, 40000

Сумський національний аграрний університет, Суми, Г.Кондратьєва, 160, 40000

Анотація. На основі проведеного дослідження висвітлено окремі елементи агротехніки вирощування контейнерного садивного матеріалу рослин *Salix matsudana* в умовах закритого та відкритого ґрунту Сумського НАУ, а також пропонується використовувати саджанці із закритою кореневою системою для створення лісоплантаційних насаджень. Виявлено, що заготовляти здерев'янілі живці згадуваного виду необхідно до фази набрякання бруньок. У процесі дослідження було з'ясовано, що на показник ризогенної активності живців не впливає його товщина. Доведено, що у міру збільшення товщини живця (0,45-1,2 см) спостерігалось збільшення маси садивного матеріалу. За використання живців товщиною 1,2 см маса рослин становила 95,4 г, а в контролі – 29,9 г, що на 65,5 г менше. У процесі дослідження було виявлено вплив об'єму контейнера на площу асимілюючої поверхні вкорінених живців. На контрольному варіанті (0,6 л) площа листової поверхні становила 422,8 см², що 92,8 см² менше порівняно з дослідним варіантом (1,2 л). Було з'ясовано, що тип субстрату вплив на ріст та розвиток рослин *S. matsudana*: максимальні біометричні показники отримані за використання високопоживного субстрату (перегній, пісок та торф у співвідношенні 0,5:1:1).

Ключові слова: лісоплантаційне вирощування, біопаливо, стеблові живці, укорінення, закрыта коренева система, строк живцювання, товщини живця, асимілююча поверхня, кореневласний садивний матеріал, *Salix matsudana*, субстрат, калюс, ризогенна активність, коренева система.

Актуальність. Україна використовує приблизно 200 млн тонн паливних ресурсів і належить до енергетично залежної економіки від експортерів енергоносіїв, що негативно впливає на розвиток держави [3, 9, 11].

На думку ряду аналітиків, частка альтернативних джерел енергії у світовому енергетичному балансі до 2050 року може становити приблизно 50 %, а відповідно до прогнозу Світової енергетичної ради, на кінець 21 століття вона становитиме близько 80–90 % [11]. За використанням біомаса займає четверте місце серед різних видів енергетичних ресурсів і забезпечує приблизно 14 % споживання енергоносіїв у державах світу [11]. Максимальна частка твердого біопалива від використання енергоресурсів у Швеції становить приблизно 16 %, а в Україні названий показник становить близько 1 % [2, 9].

Енергетичний показник біомаси в Україні оцінюється в 30 млн т/рік, де головними його складовими є відходи виробництва та сільськогосподарські біоенергетичні культури [2, 9]. Виробництво біопалива в Україні в 2012 році, на



думку експертів, становило близько 300 тис. т/рік, із яких приблизно 93 % експортували [9]. У зв'язку з вищезазначеним нова галузь української економіки є експортною.

Необхідність впровадження інноваційних заходів в енергетичній галузі України обумовлює актуальність запровадження лісоплантаційного вирощування з метою отримання продукції для виробництва альтернативного палива [11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні для створення лісових біоенергетичних плантацій рекомендують використовувати *Salix matsudana*, біологічною особливістю якої є здатність формувати значну кількість біомаси за короткий термін, мінімальні вимоги до ґрунтово-кліматичних умов, висока здатність до вегетативного розмноження, відносна стійкість до шкідників і хвороб, мінімальні затрати коштів на створення та догляд за плантаційними насадженнями та ін. Теплота згорання рослинної біомаси названого виду дорівнює теплоті згорання сосни [4-6].

В Україні виробництво і використання твердих видів біопалива відстає від як від внутрішніх потреб країни, так і від світових показників [2, 9, 11].

Метою нашого дослідження є наукове обґрунтування можливості вирощування садивного матеріалу *S. matsudana* для створення енергетичних плантацій в умовах північно-східної частини Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети передбачалося виконання таких завдань: вивчити вплив товщини живця на ріст та розвиток рослин *S. matsudana*; розглянути вплив об'єму контейнера на біометричні показники рослин *S. matsudana*; з'ясувати вплив субстрату на показники росту рослин *S. matsudana*.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження з вирощування садивного матеріалу (*S. matsudana*) для плантаційного лісовирощування виконували в умовах закритого та відкритого ґрунту ННБК Сумського НАУ в 2020 році.

Розробки за темою цієї роботи здійснені у межах виконання теми «Поліпшення існуючих і розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу декоративних і ягідних культур» (номер держреєстрації 0116U003341), проведені експерименти в трьох дослідках:

1. Виявлення впливу товщини живця на ріст та розвиток рослин *S. matsudana*.
2. Визначення впливу типу субстрату на біометричні показники рослин *S. matsudana*.
3. Вивчення впливу об'єму горщика на ріст та розвиток рослин *S. matsudana*.

Вихідним матеріалом для виробництва контейнерної культури *S. matsudana* f. *Tortuosa* Rehd. були стеблові здерев'янілі живці. Для живцювання використовували маточні рослини досліджуваного виду віком приблизно 8 років.

Для досліджень використовували стеблові живці *S. matsudana* місцевої репродукції. Здерев'янілі стеблові живці заготовляли до фази набрякання та розпускання бруньок. Розмір живця становив 15–18 см. Їх витримували у воді впродовж 2–3 годин. Для вкорінення живців використовували тепличний бокс, де розміщували гряди 0,8 м завширшки і 6 м завдовжки. Субстрат для



укорінення живців складався з торфу «DOMOFLO» MIX 4 (рН 6,0) та річкового піску. Схеми досліду охоплювали варіанти, де факторами були різна товщина живців, типи субстрату за своїм складом, об'єми контейнерів. Живці заготовляли з медіальної частини однорічного пагона у III декаді березня. Живці висаджували під кутом 45° на підготовлену площу. Глибина висаджування живців становила 12–13 см – так, щоб вони виступали над поверхнею ґрунту на 3–4 см. Відстань між живцями – 0,15 м, відстань між рядами – 0,2 м. На кожен варіант було заготовлено 100 шт. стеблових живців. Повторність досліду – чотириразова.

Схема першого досліду, де вивчали вплив товщини живця на ріст та розвиток рослин *S. matsudana*, мала чотири варіанти: 1) контроль (0,45 см); 2) 0,6 см; 3) 0,9 см, 4) 1,2 см.

Схема досліду з визначення впливу об'єму контейнера на ріст та розвиток рослин названого виду мала такі варіанти: 1) контроль (0,6 л); 2) 1,2 л. Як субстрат використовували суміш перегною, піску та торфу у співвідношенні 0,5:1:1.

Схема третього досліду, де вивчали вплив субстрату на ріст рослин досліджуваного виду, мала такі варіанти: 1) контроль (пісок+торф); 2) перегній+пісок+торф (0,5:1:1). Рослини вирощували в пластикових контейнерах об'ємом 1,2 л. Для висаджування використовували вкорінені стеблові живці.

Наповнювали ємності субстратом безпосередньо перед висаджуванням живців. Після пересаджування живців у сонячну погоду для кращого приживання рослин проводили притінення агроволокном білого кольору. У кінці травня контейнери із садивним матеріалом перенесли на вулицю, де вони знаходилися до кінця вегетаційного періоду.

Догляд за контейнерними рослинами у період вегетації полягав у підтриманні вологості субстрату шляхом періодичних поливів та видаленні бур'янистої рослинності.

Спостереження й виміри проводили на 1-річних саджанцях, отриманих шляхом кореневласного розмноження. У третій декаді вересня вимірювали біометричні показники сіянців: висоту надземної частини, масу кореневої та надземної системи, площу листової поверхні та ін. Площу асимілюючої поверхні визначали методом «висічок».

Дослідження проводили згідно з методикою застосування регуляторів росту у відкритому та закритому ґрунті [7].

Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм [10].

Результати дослідження та їх обговорення. В умовах культиваційної споруди Сумського НАУ були закладені досліди щодо вивчення особливостей вегетативного розмноження *S. matsudana* з метою виробництва садивного матеріалу для лісоплантаційного вирощування (табл. 1, рис. 1–2).

На думку Н. Ю. Висоцької [2], живці *S. matsudana* легко вкорінюються завдяки вмісту в тканинах рослин фітогормональної сполуки, що стимулює відтворення кореневої системи.

За нашими спостереженнями, в лабораторних умовах утворення кореневої



системи у живців досліджуваного виду відбувається упродовж 8–12 днів, а початок формування коренів розпочинається вже на 3–4 день у вигляді білуватих бугорків (калюсу) на місці дормінтивних бруньок, а потім утворюється коренева система по всій довжині живця, зануреного у субстрат.

Таблиця 1

Вплив товщини стеблового живця на відновлювальну здатність

Варіант	Укорінення, %	± до контролю
Контроль (0,45 см)	99	-
0,6	100	+ 1
0,9	100	+ 1
1,2	100	+ 1

Авторська розробка

Процес регенерації кореневої системи розпочинається з появи калюсу, а потім розпочинається коренеутворення.

Результати отриманих досліджень (табл. 1) доводять, що заготовляти здерев'янілі живці згадуваного виду необхідно до фази набрякання бруньок. У процесі дослідження було з'ясовано, що на показник ризогенної активності живців не впливає його товщина.

Таблиця 2

Вплив товщини живця на біометричні показники рослин

Варіант	Показники					
	довжина, см	± до контролю	Маса, г			
			кореневої системи	± до контролю	надземної частини	± до контролю
Контроль (0,45 см)	42	-	8,09	-	21,76	-
0,6	62	+ 20	12,44	+ 4,35	32,95	+ 11,19
0,9	104	+ 42	18,25	+ 10,16	48,49	+ 26,73
1,2	177	+ 135	29,13	+ 21,04	66,25	+ 44,49
НІР ₀₅	27,17		1,87		6,56	

Авторська розробка

За використання (табл. 2) живців товщиною 1,2 см довжина надземної частини становила 177 см, а в контролі – 42 см, що на 135 см менше. Показник НІР₀₅ становив 27,17, що свідчить про помітну різницю між варіантами.

Отримані результати досліджень переконують, що товщина живців впливає не тільки на розміри надземної частини, а й на масу кореневої та надземної частин рослин.

У дослідженнях маса кореневої системи рослин знаходилася в межах 8,09–29,13 г (показник НІР₀₅ становив 1,87), що свідчить про помітну різницю між варіантами.

На контрольному варіанті маса надземної частини становила 21,76 г, що на 304,5 % менше порівняно з варіантом, де використовували живці товщиною 1,2 см (показник НІР₀₅ становив 6,56).

За результатами дослідження щодо впливу товщини живця на масу садивного матеріалу *S. matsudana* (рис. 1) була виявлена різниця за варіантами. При цьому нами було доведено, що в експериментальних варіантах рослини мають ліпший названий показник, ніж на контролі. У міру збільшення товщини



живця спостерігалось збільшення маси садивного матеріалу, що відповідно впливало на процеси фотосинтезу та обмін речовин, а також на ріст та розвиток рослин.

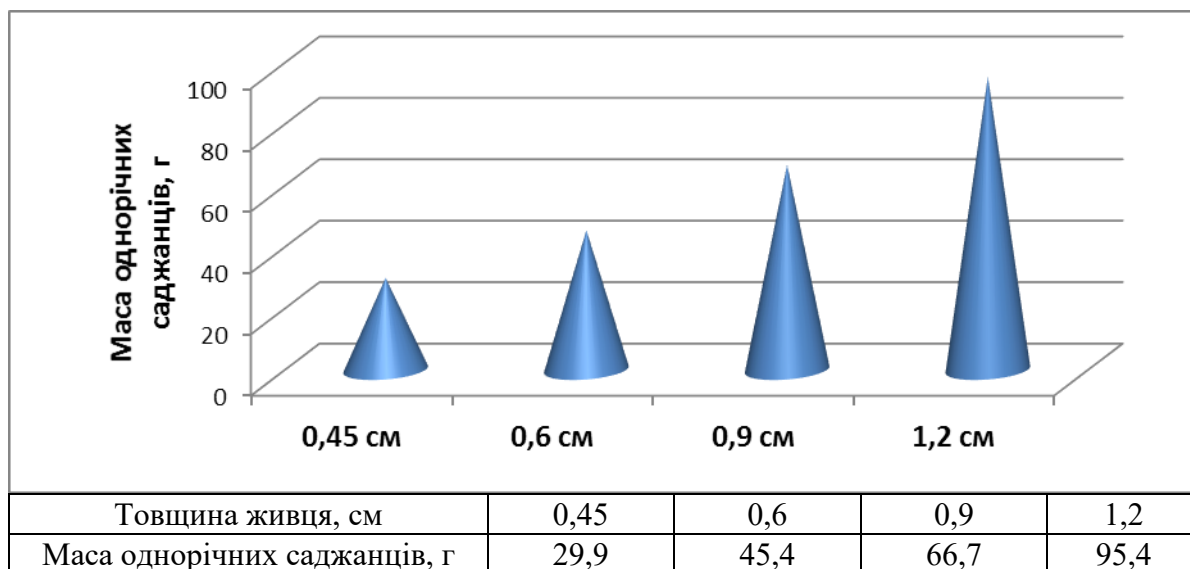


Рисунок 1 - Вплив товщини живця на масу однорічних саджанців

Авторська розробка

У своїх дослідженнях ми також звертали увагу на вплив товщини живця на характер гілкування надземної частини рослин (рис. 2–3).

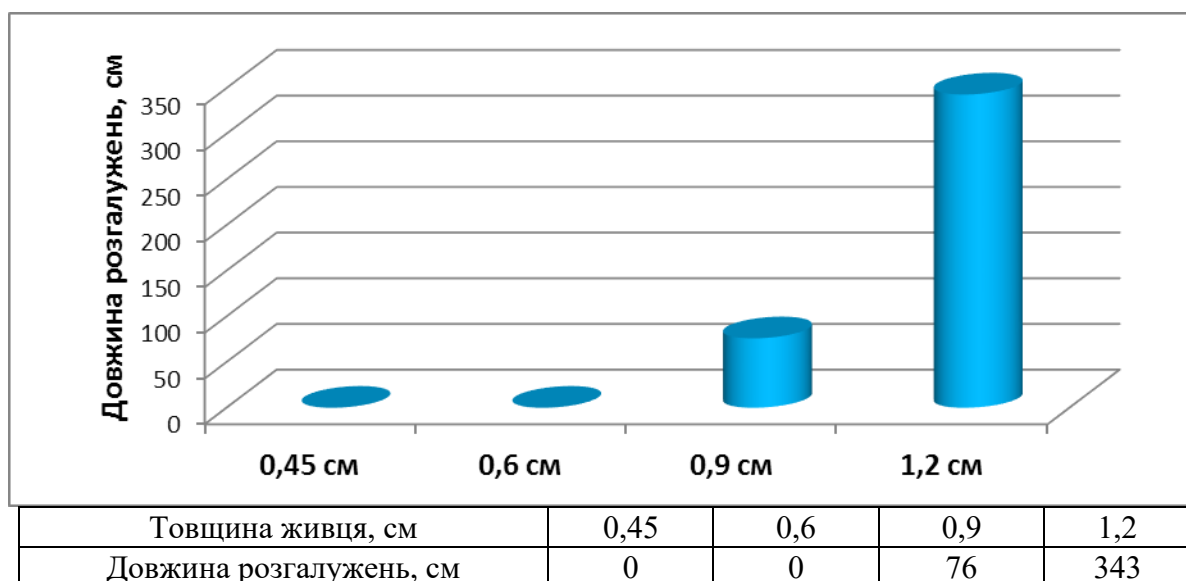


Рисунок 2 - Вплив товщини живця на загальну довжину бічних розгалужень

Авторська розробка

Аналізуючи розвиток надземної частини досліджуваних рослин (рис. 2–3), бачимо, що товщина живця у контейнерній технології вирощування впливає на її розгалуженість.

За умов використання живців товщиною 1,2 см довжина бічних розгалужень становила 343 см, а на контролі вони були відсутні. Бічні розгалуження спостерігалися лише у варіантах, де використовували живці



товщиною 0,9 та 1,2 см. У процесі дослідження було виявлено також, що діаметр живця впливає на масу бічних розгалужень.

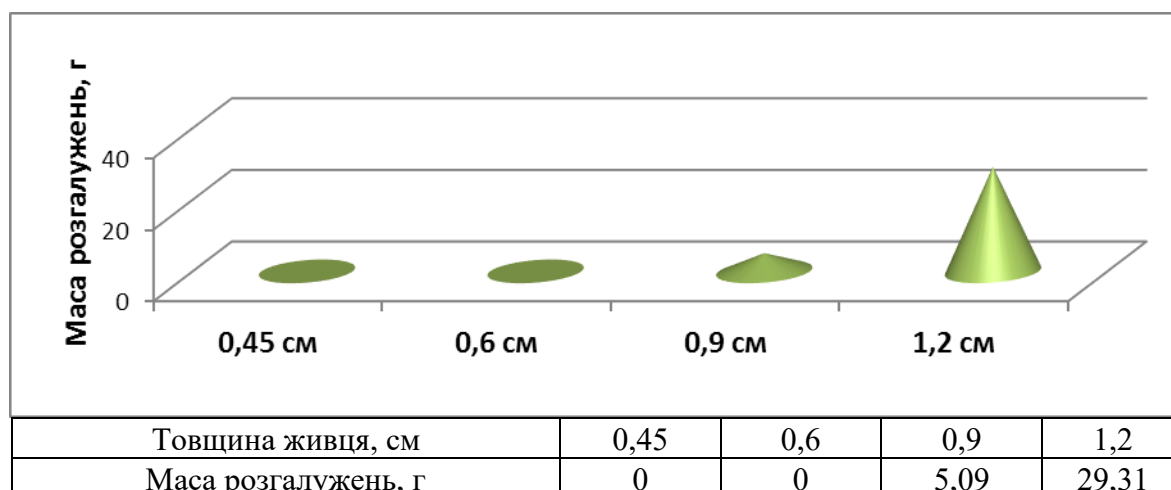


Рисунок 3 - Вплив товщини живця на масу бічних розгалужень

Авторська розробка

За товщини живця 1,2 см формується більш потужна надземна система порівняно з контрольним варіантом, що позитивно впливає на засвоєння поживних речовин, а також інші фізіолого-біохімічні процеси.

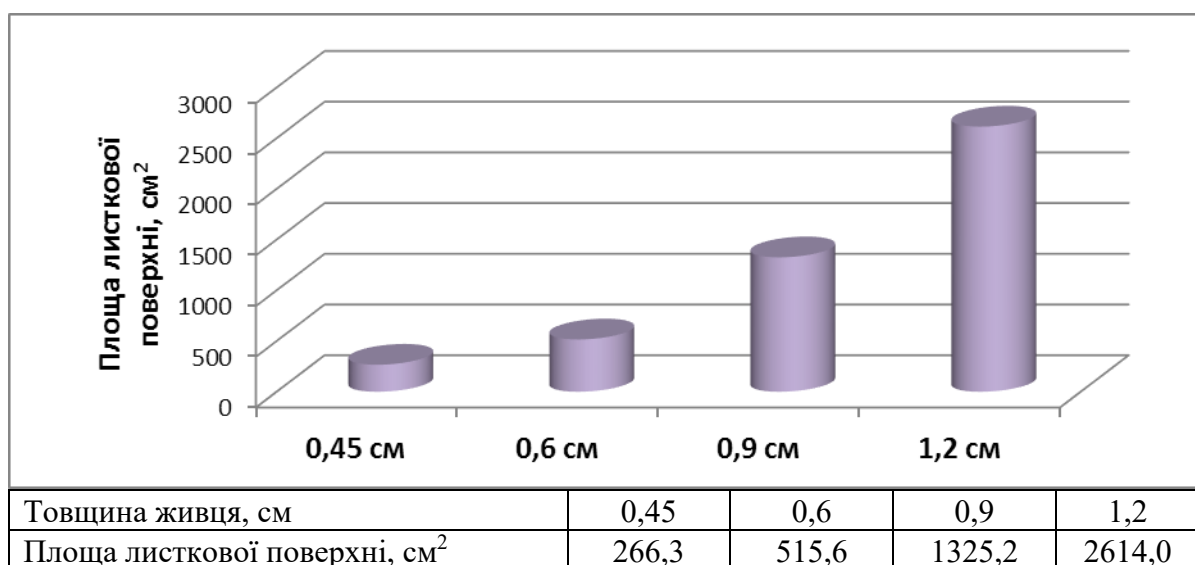


Рисунок 4 - Вплив товщини живця на формування листової поверхні

Авторська розробка

Під час дослідження впливу товщини живця на площу асимілюючої поверхні садивного матеріалу (рис. 4) була виявлена суттєва різниця за варіантами (НІР₀₅ 40,04).

Нами було доведено, що в дослідних варіантах рослини мають вищий згадуваний показник, ніж на контролі. За умов збільшення товщини живця спостерігалось збільшення площі фотосинтезуючої поверхні, що помітно впливало на процеси росту та розвитку рослин.

Результати досліджень переконують, що використання живців товщиною 1,2 см під час виробництва кореневласного садивного матеріалу впливає на



формоутворювальні процеси у саджанців *S. matsudana*, а також забезпечує поліпшення його якісних показників.

Отже, для вирощування садивного матеріалу біоенергетичної культури із закритою кореневою системою необхідно використовувати живці товщиною 1,2 см.

Питання розширення термінів проведення робіт щодо благоустрою території та підвищення приживлюваності садивного матеріалу вирішується за рахунок збільшення використання саджанців із нетравмованою кореневою системою [8], виробництво яких в нашій державі запроваджується повільно (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив об'єму контейнера на показники росту рослин *S. matsudana*

Варіант	Маса, г					
	кореневої системи	± до контролю	надземної частини	± до контролю	рослини	% до контролю
Контроль (0.6)	7.45	-	23.15	-	30.6	-
1.2 л	12,44	+ 4.99	32,95	+ 9.8	45.39	148.3
НІР ₀₅	1,61		2,75			

Авторська розробка

Упродовж дослідження була виявлена суттєва різниця за варіантами (НІР₀₅ 1,61; 2,75). При цьому ми з'ясували, що в дослідному варіанті рослини *S. matsudana* мають кращі біометричні показники, ніж на контролі.

Результати дослідження показали, що збільшення об'єму контейнера в технології кореневласного вирощування садивного матеріалу досліджуваного виду позитивно впливає на біометричні показники рослин.

У процесі проведення дослідження також вивчався вплив об'єму горщика на особливості формування листової поверхні (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив об'єму контейнера на показники фотосинтезуючої поверхні

Варіант	Діаметр живця, см	Довжина, см	Маса листя, г	% до контролю	Площа листя, см ²	± до контролю
Контроль (0,6 л)	0,6	49	7.61		422.78	-
1.2 л	0,6	62	9,28	121,9	515,56	+ 92,78
НІР ₀₅		5,51	0,66		20,04	

Авторська розробка

Під час дослідження впливу об'єму контейнера на площу асимілюючої поверхні вкорінених живців (табл. 4) була виявлена істотна різниця за варіантами (НІР₀₅ 20,04). На контрольному варіанті площа листової поверхні становила 422,8 см², що 92,8 см² менше порівняно з дослідним варіантом.

При цьому ми довели, що в дослідному варіанті рослини мають вищий названий показник, ніж на контролі. У міру збільшення об'єму контейнера спостерігалось збільшення площі фотосинтезуючої поверхні, що позитивно впливало на процеси фотосинтезу та обміну речовин.

Результати досліджень переконують, що використання контейнерів різного об'єму під час кореневласного розмноження згадуваного виду впливає на ріст і



розвиток рослин *S. matsudana*, а також забезпечує підвищення біометричних його показників.

За кореневласного виробництва садивного матеріалу декоративних рослин, а зокрема *S. matsudana*, дослідники вдаються до заходів управління формоутворювальними процесами (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив субстрату на біометричні показники рослин

Варіант	Довжина, см	% до контролю	Маса, г			
			кореневої системи	± до контролю	надземної частини	± до контролю
Контроль (пісок+торф)	45	-	5,21	-	14,47	-
Перегній+ пісок+торф	62	+ 17	12,44	+ 7.23	32,95	+ 18,48
НІР ₀₅		4,86	1,01		3,49	

Авторська розробка

За використання суміші перегною, піску та торфу довжина надземної частини рослин становила 62 см, а на контролі – 45 см, що на 17 см менше. Результати досліджень доводять, що субстрат впливає не тільки на довжину надземної частини рослин *S. matsudana*, а й на масу кореневої та надземної системи.

Маса кореневої системи рослин знаходилася у межах 5,21–12,44 г (показник НІР₀₅ становив 1,01).

Маса надземної частини в дослідному варіанті становила 32,95 г, що на 18,48 г більше порівняно з варіантом, коли використовували бідний на поживні речовини ґрунт (пісок+торф). Показник НІР₀₅ становив 3,49, що свідчить про помітну різницю між варіантами.

Тип субстрату має суттєвий вплив на формоутворювальні процеси кореневласних рослин *S. matsudana*: найвищі біометричні показники отримані за використання високопоживного субстрату.

Отже, за вирощування кореневласного садивного матеріалу із нетравмованою кореневою системою необхідно використовувати поживні субстрати, що містять перегній, пісок та торф у співвідношенні 0,5:1:1.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. Швидкий розвиток біоенергетики обумовлює необхідність розробки нових підходів до ведення плантаційного лісовирощування в Україні, що дасть змогу вирішити означені проблеми.

2. У дослідженнях висвітлено деякі біологічні та технологічні особливості виробництва кореневласного садивного матеріалу рослин *S. matsudana* в умовах північно-східного Лісостепу України для створення біоенергетичних плантацій.

3. *S. matsudana* необхідно розмножувати здерев'янілими живцями, які заготовляють з медіальної частини однорічного пагона до фази набрякання бруньок. Оптимальна довжина стеблових живців становить 15 см.

4. Згадуваний вид належить до легкокорінюваних рослин.

5. Результати дослідження переконують, що на біометричні показники



рослин досліджуваного виду впливає товщина живця.

6. За умов використання контейнерів об'ємом 1,2 л коренева система рослин *S. matsudana* була більш розгалуженою порівняно з варіантом, де вирощували садивний матеріал у контейнерах меншого об'єму.

7. За виробництва саджанців згадуваного виду доцільно використовувати контейнери об'ємом 1,2 л і суміш перегною, піску та торфу у співвідношенні 0,5:1:1.

Список використаних джерел:

1. Висоцька Н. Ю. Технології та агротехніка створення біоенергетичних плантацій тополь та верб в Україні / Н. Ю. Висоцька // Досвід та напрацювання Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького. Вісник ХНТУСГ. - 2014. - Вип. 155. - С. 122-126.

2. Габрель М. С. Производство твердого биотоплива в Украине: состояние и перспективы развития / М. С. Габрель // Научный вестник Национального лесотехнического университета Украины. - Львов: РВВ НЛТУ, 2011, - Вып. 21.9. - С. 126-131.

3. Ішук Л. П. Історія вивчення видів роду *Salix* L. в Україні та перспективи їх подальших досліджень / Л. П. Ішук // Автохтонні та інтродуковані рослини України: зб. наук. праць. - 2013. - Вип. 9. - С. 18-22.

4. Ішук Л. П. Перспективи використання автохтонних видів родини *Salicaceae* Mirbel. як енергетичних культур / Л. П. Ішук // Нетрадиционные, новые и забытые виды растений: теоретические и практические аспекты культивирования: материалы I Международной научной конференции (Киев, 10-13 сентября, 2013 г.). – К. : Книгоноша, 2013. - С. 254-257.

5. Ішук Л. П. Асортимент, особливості культури та перспективи використання аркто-монтанних видів роду *Salix* L. / Л. П. Ішук // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: зб. науково-технічних праць. - Львів: НЛТУУ, 2014. - Вип. 24.4. - С. 28-35.

6. Ішук Л. П. Энергетические свойства семейства *Salicaceae* Mirbel. в Украине / Л. П. Ішук // Известия Самарского научного центра РАН, 20015. - Т. 17. - № 4. - С. 108-112.

7. Казакова В. Н. Методика испытаний регуляторов роста и развития растений в открытом и защищенном грунте / В. Н. Казакова. - М. : МСХА, 1990. - 56 с.

8. Косенко Ю. І. Сучасний стан та агротехнологічні засади удосконалення декоративного розсадництва України : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація» / Ю. І. Косенко. - К., 2015. - 22 с.

9. Проскурина О. В. Перспективы производства и применения биотоплива в Украине / О. В. Проскурина // Теоретические и практические аспекты экономики и интеллектуальной собственности. - 2011. - № 1. - С. 12-15.

10. Ушкаренко В. О. Методика польового досліду: навчальний посібник / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковхін. – Харків: Грінв Д.С., 2015. – 448 с.



11. Фучило Я. Д. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування / Я. Д. Фучило, М. І. Ониськів, М. В. Сбитна. – К.: ННЦ ІАЕ, 2006. - 394 с.

References:

1. Vysotska, N.Yu. (2014). Technologies and agrotechnics of creation of bioenergy plantations of poplars and willows in Ukraine. *Dosvid ta napratsjuvannja Ukrainskogo NDI lisovogo gospodarstva ta agrolisomelioratsii im. G.M. Vysotskogo*. Visnyk KNTUCG, 155, 122-126 [in Ukrainian].
2. Gabrel, M.S. (2011). Production of solid biofuels in Ukraine: state and prospects of development. *Nauchnyi vesnik Natsionalnogo lesotekhnicheskogo universiteta Ukrainy*, 21.9, 126-131 [in Russian].
3. Ishchuk, L.P. (2013). History of studying the species of the genus *Salix* L. in Ukraine and prospects for their further research. *Avtokhronni ta introdukovani rosliny Ukrainy*, 9, 18-22 [in Ukrainian].
4. Ishchuk, L.P. (2013). Prospects for the use of indigenous species of the family Salicaceae Mirbel. as energy crops. *Netraditsyonnye, novye I zabytye vidy rastenij: Materialy I Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii* (pp. 254-257). Kiev: Knigonosha [in Russian].
5. Ishchuk, L.P. (2014). Assortment, features of culture and prospects of use of arcto-montan species of the genus *Salix* L. *Naukovyi visnyk Natsionalnogo lisotekhnicheskogo universytetu Ukrainy*, 24.4, 28-35 [in Ukrainian].
6. Ishchuk, L.P. (2015). Energy properties of the family Salicaceae Mirbel. in Ukraine. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 17.4, 108-112 [in Russian].
7. Kazakova, V.N. (1990). Methods of testing regulators of plant growth and development in open and protected ground. Moscow: MSHA [in Russian].
8. Kosenko, Y.I. (2015). *Current state and agro-technological principles of improvement of ornamental nurseries of Ukraine*. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
9. Proskurina, O.V. (2011). Prospects for the production and application of biofuels in Ukraine. *Teoreticheskiye I prakticheskiye aspekty ekonomiki I intellektualnoj sobstvennosti*, 1, 12-15 [in Russian].
10. Ushkarenko V.O., Vozhegova R.A., Goloborodko S.P., Kokovkhin S.V. (2015). *Methods of field experiment*. Kharkiv: Grin D.S. [in Ukrainian].
11. Fuchilo, Ya.D., Onyskiv, M.I., Sbytna M.V. (2006). *Biological and technological bases of plantation afforestation*. Kyiv: NNZ IAE [in Ukrainian].

Abstract. Some elements of agricultural techniques for growing container planting material of *Salix matsudana* plants in closed and open ground of Sumy NAU are highlighted in the study. It is proposed to use seedlings with closed root system to create forest plantations. It was found out that the woody cuttings of this species should be harvested before the swelling phase of the buds. The study found out that the rhizogenic activity of cuttings is not affected by their thickness. It is proved that the mass of planting material rises as the thickness of the cuttings (0.45-1.2 cm) increases. When using cuttings 1.2 cm thick, the weight of plants was 95.4 g, and in the control variant - 29.9 g, which is 65.5 g less. The study revealed the effect of container volume on the assimilating surface area of rooted cuttings. In the control variant (0.6 l) the leaf surface area was 422.8 cm², which is 92.8 cm² less compared to the experimental variant (1.2 l). The type of substrate was found to affect the growth and development of *S. matsudana* plants: maximum biometrics were obtained using a highly nutritious substrate (humus, sand and peat in a ratio of 0.5: 1: 1).

Key words: forest plantation cultivation, biofuel, stem cuttings, rooting, closed root system, grafting term, cuttings thickness, assimilating surface, rootstock planting material, *Salix matsudana*, substrate, callus, rhizogenic activity, root system.

Стаття надіслана: 14.05.2021 г.

© Мельник А.В., © Токмань В.С.



УДК 634.723:631.535

**AGROBIOLOGICAL FEATURES OF GROWING SELF-PROPAGATION
PLANTING MATERIAL *RIBES NIGRUM* IN THE NORTHEASTERN
FOREST STEPPE OF UKRAINE****АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КОРЕНЕВЛАСНОГО
САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ *RIBES NIGRUM* В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ****Tokman V. S. / Токмань В. С.***k. a. s., as. prof. / к. с.-г. н., доцент*

ORCID ID: 0000-0002-1237-4611

Bilokin V. O. / Білокін В. О.*Phd student, assistant / аспірантка, асистент*

ORCID ID: 0000-0003-4501-808X

*Sumy National Agrarian University, Sumy, H. Kondratiyeva Str., 160, 40000**Сумський національний аграрний університет, Суми, Г. Кондратьєва, 160, 40000*

Анотація. У публікації відображені результати проведеного дослідження щодо кореневласного розмноження *Ribes nigrum* «Ювілейна Копаня» зі здерев'янілих живців на одну, дві та три бруньки. Виявлено вплив метамерності живцевого матеріалу на рівень ростових процесів у рослин *Ribes nigrum*, а саме: поліпшується ріст надземної частини, збільшується площа листкової поверхні, активізується ріст і галузнення кореневої системи. Садивний матеріал, який вирощений із дво- та трибрунькових живців у процесі дорощування, мав достовірно ліпші біометричні показники порівняно з рослинами, що виростили з одnobрунькових. Результати дослідження переконують, що збільшення площі живлення живцевого матеріалу позитивно впливає на якісні показники укорінення живців. Зокрема, висота рослин на дослідному варіанті становила 5 см, що на 167% більше, ніж на контролі. Дослідженнями було встановлено, що максимальні значення біометричних показників рослин спостерігалися на варіанті, де субстрат використовували один раз. Доведено, що з метою підвищення коефіцієнта розмноження нових та перспективних сортів досліджуваного таксону необхідно використовувати одnobрунькові живці.

Ключові слова: *Ribes nigrum*, здерев'янілі живці, адвентивний ризогенез, укорінення, метамерність живцевого матеріалу, кореневласне розмноження, закрита коренева система, тип субстрату, термін використання субстрату, схема садіння.

Актуальність.

Людство використовує *Ribes nigrum* як цінну ягідну та лікарську рослину. За даними Держстату України, у 2020 році площа насаджень згадуваного виду в усіх категоріях господарств приблизно становила 5,0 тис. га, а обсяг виробництва склав 21,5 тис. т, в т.ч. плодоносні насадження - відповідно 4,6 тис. га, а середня продуктивність з 1 га - 52 ц/га. Подальший ріст продуктивності насаджень *R. nigrum* можливий за умови інтенсифікації технології вирощування, що включає в себе використання сучасних великоплідних клонів та сортів, резистентних проти шкідників та хвороб та ін.

Названий вид розмножують різноманітними способами, однак тільки технологія кореневласного розмноження забезпечує прискорення темпів вирощування саджанців високих гатунків, отримання однорідного потомства [8], прискорення впровадження нових сортів та гібридних форм у виробництво.

Застосування оптимальної технології розмноження згадуваного виду



шляхом живцювання сприятиме збільшенню його виробництва, а також поліпшить якість садивного матеріалу [9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження з використання різноманітних сполук ауксинової природи щодо вирощування кореневласного садивного матеріалу засвідчили можливість успішного використання їх, в тому числі а-нафтилоцтової кислоти, для стимулювання ризогенної активності живцевого матеріалу і збільшення виходу стандартного садивного матеріалу ягідних культур [1, 3, 6]. Висока ефективність екзогенних сполук ауксинової природи виявлена за розмноження багатьох ягідних таксонів [2, 4, 7]. Роль окремих технологічних операцій щодо вирощування саджанців *R. nigrum* із стеблових здерев'янілих живців дотепер вивчено недостатньо, що потребує проведення додаткових досліджень і практичних розробок, а виконані дослідження відіграють значну роль у виявленні нових шляхів управління регенераційним процесом та вдосконаленні окремих елементів технології виробництва садивного матеріалу названого виду. Це забезпечить збільшення виходу стандартного садивного матеріалу, прискорить впровадження нових сортів у промислове виробництво і забезпечить збільшення збору ягід цінної лікарської культури.

Метою нашого дослідження було вивчення закономірностей проходження процесів регенерації у стеблових живців *R. nigrum* різної метамерності та вдосконалення окремих елементів агротехніки щодо прискореного розмноження цієї культури на основі технології живцювання в умовах північно-східної частини Лісостепу України.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**: оцінити регенераційну здатність стеблових живців та біометричні показники рослин *R. nigrum* залежно від метамерності їх; виявити вплив схеми садіння живців на процес ризогенезу у стеблових живців *R. nigrum* та біометричні показники рослин; з'ясувати вплив повторного використання субстрату на процес укорінення живців *R. nigrum* та біометричні показники рослин; виявити вплив дорощування на біометричні показники рослин *R. nigrum*.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження з вивчення питань вегетативного розмноження і вирощування садивного матеріалу *R. nigrum* проводилося в культивативній споруді з дрібнодисперсним зволоженням.

Для вкорінювання живцевого матеріалу використовували споруду закритого ґрунту, покриту склом товщиною 4 мм. У ній розміщували гряди шириною 0,8 м і 5 м довжиною. У споруді підтримували температуру повітря на рівні +24...+29°C і вологість близько 80%, а вологість субстрату - 65–70% польової вологості.

Для живцювання використовувалися пагони маточних рослини віком приблизно 7 років.

Вихідним матеріалом для розмноження *R. nigrum* були здерев'янілі стеблові живці на одну, дві, три руньки. Їх витримували у воді впродовж 2-3 годин. Живцювання *R. nigrum* виконували у кінці вересня. Для кращого ризогенезу застосовували стимулятор ауксинової природи - *Rhizopon AA poeder*.

Субстратом для укорінення була суміш торфу (рН 6.0) і чистого річкового



піску у співвідношенні 1:1. У сонячну, жарку погоду, живці притінювали від негативного впливу факторів зовнішнього середовища.

Пересаджування вкорінених живців досліджуваного виду у горщики об'ємом 1,1 л відбувалось у третій декаді травня. У якості субстрату використовували суміш торфу, піску та перегною у співвідношенні 1 : 1 : 0,5. Повторність досліду - чотирикратна, у кожному повторенні по 25 живців.

Схема дослідів включала варіанти, де факторами мінливості були: метамерність живцевого матеріалу (одно-, дво-, тривузлові живці), схеми садіння, субстрати різного терміну використання. Для проведення дослідження заготовляли стеблові здерев'янілі живці. Живці заготовляли з медіальної частин пагона з одним, двома, трьома бруньками.

У межах теми "Поліпшення існуючих і розробка нових технологій вирощування садивного матеріалу декоративних і ягідних культур" (номер держреєстрації 0116U003341) були проведені експерименти в чотирьох дослідях:

1. Виявлення впливу метамерності живців *R. nigrum* на показник окорінення їх та ріст кореневласних рослин.
2. Вивчення впливу схеми садіння живців на біометричні показники рослин *R. nigrum*.
3. Розглянути вплив дорощування на якісні показники рослин *R. nigrum*.
4. Визначення впливу терміну використання субстрату на процес адвентивного ризогенезу у живців *R. nigrum* та деякі біометричні показники його рослин.

Схема першого досліду, де вивчали вплив метамерності живців на окорінення їх та ріст кореневласних рослин, мала такі варіанти: 1) контроль (одна брунька); 2) дві бруньки; 3) три бруньки. Живці висаджували у субстрат під кутом 45°. Відстань між ними, в рядах становила 7-8 см, між рядками - 10-12 см. Контейнери з висадженими вкоріненими живцями розміщували на ділянці в умовах притінення.

Схема досліду з визначення впливу схеми садіння живців, передбачала два варіанти: 1) контроль (5 X 3см); 2) 12 X 7.

Схема третього досліду досліду, де вивчали вплив дорощування на якісні показники рослин *R. nigrum*, включала три варіанти: 1) контроль (одна брунька); 2) дві бруньки, 3) три бруньки. Рослини вирощували в пластикових контейнерах об'ємом 1,1 л.

Схема досліду, де вивчали вплив повторного використання субстрату на процес адвентивного ризогенезу у живців *R. nigrum*, мала такі варіанти: 1) контроль (одноразове використання); 2) двохразове використання.

Навесні проводили обліки приживлюваності укорінених живців.

У першій декаді вересня провели вимірювання біометричних показників рослин: висоту надземної частини, діаметр кореневої шийки, масу кореневої та надземної системи, площу листової поверхні. Площу асимілюючої поверхні визначали методом «висічок».

Дослідження проводилися за методикою застосування регуляторів росту у відкритому та закритому ґрунті [5]. Математичну обробку даних виконували за



допомогою методу дисперсійного аналізу і використанням комп'ютерних програм [10].

Результати дослідження та їх обговорення.

Збільшення потреб у садивному матеріалі цінних та перспективних сортів згадуваного виду вимагає розробки технології вирощування саджанців з урахуванням біологічних особливостей та ґрунтово-кліматичних умов. Вирощування стандартного садивного матеріалу є кінцевим результатом будь-якої технології виробництва (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив метамерності живця на біометричні показники рослин *R. nigrum*

Варіант досліджу	Укорінення, %	Висота рослин, см	± до контролю	Діаметр кореневої шийки, см	± до контролю	Кількість бруньок на пагонах, шт.
Одна брунька	100	26,1	-	0,39	-	17
Дві бруньки	100	59,0	22,9	0,42	+ 0,03	25
Три бруньки	100	85,0	58,9	0,47	+ 0,08	34
НІР ₀₅		4,75		0,04		3,64

Авторська розробка

За варіантами була відмічена 100% укорінюваність стеблових живців.

Висота рослин на контрольному варіанті становила 26,1 см, що на 22,9 та 58,9 см менше в порівнянні з дослідними варіантами (показник НІР₀₅ склав 4,75).

Максимальний показник діаметра кореневої шийки спостерігався на другому дослідному варіанті і становив 0,47 см, що на 120 % більше порівняно із контролем.

Дослідженнями було доведено, що у контрольному варіанті кількість бруньок на рослинах становило 17 шт., а на дослідних - 25 та 34 шт. відповідно. А також експериментальним шляхом було з'ясовано, що на дослідних варіантах бруньки мають суттєво більші розміри в порівнянні з контролем. Імовірно, що розмір бруньок буде впливати на подальший ріст та розвиток рослин.

Упродовж дослідження була переконливо доведена достовірна різниця за варіантами (НІР₀₅ 4,75; 0,04; 3,64). За умов проведеного дослідження нами було виявлено, що на дослідних варіантах рослини мають ліпші біометричні показники, ніж на контролі.

Проведеними дослідженнями було з'ясовано, що метамерність живцевого матеріалу впливає не тільки на окремі біометричні показники (висоту рослин, діаметр кореневої шийки, кількість бруньок на пагонах) рослин *R. nigrum*, але і на масу надземної частини та кореневої системи (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив метамерності живця на масу рослин *R. nigrum*

Варіант досліджу	Маса, г			
	надземної частини	до контролю	кореневої системи	± до контролю
Одна брунька	6,9	-	28,3	-
Дві бруньки	12,7	+ 5,8	43,7	+ 15,4
Три бруньки	27,3	+ 20,4	58,5	+ 30,2
НІР ₀₅		2,22		2,48

Авторська розробка



Маса надземної частини рослин яка сформувалася у однобрунькових живців становила 6,9 г, що на 5,8 та 20,4 г менше, ніж у дослідних варіантах, де використовували дво- та трибрунькові живці. Математична обробка показників показала достовірну відмінність між дослідними варіантами та контролем (НІР₀₅ склав 2,22).

Маса кореневої системи рослин знаходилася у межах 28,3 – 58,5 г (показник НІР₀₅ склав 2,48). Максимальне значення названого показника було відмічене на дослідному варіанті, де використовували трибрунькові живці і становило 58,5 г.

Нами було встановлено, що кількість бруньок на стеблових живців *R. nigrum* впливає на подальший ріст і розвиток рослин. Так, 2-х та 3-х брунькові живці формували більш розгалужену кореневу систему.

У своїх дослідженнях також вивчали вплив схеми садіння живців на біометричні показники вкорінених живців (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив схеми садіння живців на біометричні показники рослин *R. nigrum*

Варіант	Показники					
	Висота, см	± до контролю	Маса, г			
			надземної частини	± до контролю	кореневої системи	% до контролю
Контроль (5 X 3)	3	-	1,13	-	0,6	-
(12 X 7)	5	+ 2	2.04	+ 0,91	1.4	233.3

Авторська розробка

Результатами досліджень було доведено, що збільшення площі живлення позитивно впливає на біометричні показники укорінених живців. Зокрема, висота рослин на дослідному варіанті становила 5 см, що на 166,7% більше, ніж на контролі. Схема садіння живців впливала не тільки на висоту рослин, але і на масу надземної частини та кореневої системи.

У своїх дослідженнях, ми звернули увагу на вплив терміну використання субстрату на показник ризогенної активності живців та біометричні показники рослин (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив терміну використання субстрату на вкорінення живців та біометричні показники рослин

Варіант	Показники						
	Укорінення, %	Висота, см	± до контролю	Маса, г			
				надземної частини	± до контролю	кореневої системи	± до контролю
Контроль (одноразове)	100	14	-	3,91	-	3.32	-
Багаторазове використання	63	6	- 8	2,72	- 1,19	1,74	- 1.58

Авторська розробка

Показник укорінення живців на дослідному варіанті склав 63%, що на 27% менше в порівнянні з контролем.



У варіанті, де проводили одноразове використання субстрату, висота рослин становила 14 см, що в 2,3 рази більше порівняно із дослідним варіантом.

Отримані результати досліджень переконують, що термін використання субстрату впливає не тільки на висоту рослин, а й на масу надземної та кореневої систем рослин.

У дослідженнях маса надземної частини рослин знаходилася в межах 2,72 – 3,91.

Залежно від типу субстрату рослини згадуваного виду формують кореневу систему певного ступеня розвитку. На контрольному варіанті маса кореневої системи становила 3,32 г, що на 1,58 г більше порівняно з дослідним варіантом, де проводили повторне його використання.

Дослідженнями було встановлено, що максимальні значення біометричних показників рослин спостерігалися на варіанті, де субстрат використовували один раз. Це імовірно обумовлено тим, що рослини виділяють токсичні речовини, що негативно впливають на формоутворюючі процеси.

Дослідження ряду вчених було виявлено, що кореневласні рослини після процесу пересаджування починають активно рости і до осені формують добре розгалужену кореневу систему та надземну частину.

За вирощування садивного матеріалу плодово-ягідних рослин, а зокрема *R. nigrum*, фахівці використовують різноманітні агротехнічні заходи, що дають можливість отримувати якісні саджанці (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив дорощування на біометричні показники рослин *R. nigrum*

Варіант	Показники						
	Висота, см	± до контролю	Діаметр пагона, см	Маса, г			
				надземної частини	± до контролю	кореневої системи	± до контролю
Одна брунька	58	-	0,65	35,4	-	36,38	-
Дві бруньки	60	+ 2	0,7	38,7	+ 3,3	57,4	+ 21,02
Три бруньки	69	+ 9	0,75	44,9	+ 9,5	67,2	+ 30,82

Авторська розробка

Садивний матеріал, який вирощений із дво- та трибрунькових живців у процесі дорощування, мав достовірно більші біометричні показники порівняно з рослинами, що вирости з одnobрунькових. Так, на дослідному варіанті середня висота рослин *R. nigrum*, вирощених із трибрунькових живців, становила 69 см, діаметр – 0,75 см, а в контролі – 58 см та 0,65 см відповідно.

На контрольному варіанті маса надземної частини рослин *R. nigrum* становила 35,4 г, що на 3,3 та 9,5 г менше, ніж у дослідних.

За умов дорощування садивного матеріалу метамерність живцевого матеріалу суттєво впливала і на масу кореневої системи. Так, на контролі маса кореневої системи становила 36,38 г, що на 21,02 та 30,82 г менше порівняно із дослідними варіантами.

У дослідженнях також вивчалася питання впливу метамерності живцевого матеріалу на особливості формування фотосинтезуючої поверхні (рис. 6).



Таблиця 6

Вплив дорощування на площу листкової поверхні рослин *R. nigrum*

Варіант	Висота, см	Маса листя, г	% до контролю	Площа листя, см ²	± до контролю
Одна брунька	58	25,25	-	2214,9	-
Дві бруньки	60	27.9	110,5	2447,4	+ 232,5
Три бруньки	69	31.4	124.4	2754,4	+ 539,5
НІР ₀₅					89,42

Авторська розробка

На контрольному варіанті площа листкової поверхні становила 2214,9 см², що 10,5 та 24,4 % менше порівняно з дослідними варіантами. Показник НІР₀₅ становив 89,42, що свідчить про помітну різницю між варіантами.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

Результати експерименту з вирощування кореневласного садивного матеріалу *R. nigrum* 'Ювілейна Копаня' доводять, що:

- метамерність живцевого матеріалу визначає регенераційну здатність та подальший ріст і розвиток рослин;
- зменшення кількості вузлів у стеблових живців привело до істотного зменшення біометричних показників садивного матеріалу, суттєву перевагу мали дво- та трибрунькові живці;
- використання однобрунькових живців є необхідним заходом при розмноженні нових сортів та клонів в умовах промислового виробництва згаданого виду;
- схема садіння живців *R. nigrum* в умовах закритого ґрунту впливає не тільки на висоту рослин, але і на ріст кореневої системи. Оптимальна площа живлення укорінених живців становить 12 X 7;
- за кореневласного розмноження *R. nigrum* в спорудах закритого ґрунту доцільне одноразове використання субстрату;
- домінуючий вплив на біометричні показники росту і розвитку рослин укоріненого живця, мали фактори: «метамерність пагона», «схема садіння», «термін використання субстрату».

Список використаних джерел:

1. Балабак А. Ф. Кореневласне розмноження малопоширених плодових і ягідних культур / А. Ф. Балабак // Навч. посібник. – Умань: Оперативна поліграфія, 2013. – 109 с.
2. Балабак А. Ф. Укорінення здерев'янілих стеблових живців сортів порічки (*Ribes rubrum* L.) залежно від строків живцювання та частини пагона в умовах відкритого ґрунту / А. Ф. Балабак, Т. В. Мамчур // Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. - 2010. - № 1. - С. 10-14
3. Гаврилешко М. О. Вплив регуляторів росту на вкорінення здерев'янілих живців агрусу та смородини чорної / М. О. Гаврилешко, Л. Г. Маргітай // Матеріали II Регіональної конференції молодих вчених та студентів "Проблеми збереження біорізноманіття Українських Карпат", Ужгород, 28 квітня 2009 р. - Ужгород. - С. 44.



4. Діхтяренко А. В. Вплив типу пагона і метамерності на регенераційну спроможність стеблових зелених живців лимонника китайського / А. В. Діхтяренко // Садівництво. Міжв. тем. наук. зб. - К., 2017. - Вип. 60. - С. 190–194.

5. Казакова В. Н. Методика испытаний регуляторов роста и развития растений в открытом и защищенном грунте / В. Н. Казакова. - М. : МСХА, 1990. - 56 с.

6. Мамчур Т. В. Удосконалення способів вирощування саджанців порічок із стеблових живців в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.07 "Плодівництво" / Тетяна Василівна Мамчур. - Умань : Вид-во УНУС, 2011. - 20 с.

7. Марковский В. С. Ягідні культури в Україні: навч. посіб. / В. С. Марковский, М. І. Бахмат. - Кам'янець-Поділ. : ПП "Медобори-2006", 2008. - 200 с.

8. Терек О. І. Ріст рослин: Навч. посіб / О. І. Терек. - Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. - 248 с.

9. Токмань В. С. Укорінюваність і розвиток різнотипних здерев'янілих стеблових живців *Ribes nigrum* / В. С. Токмань // Матеріали четвертої міжнародної наукової інтернет-конференції: Інновації в садівництві (23 березня 2020р.). – Умань: Видавець «Сочинський М.М.», 2020. – С.13-17.

10. Ушкаренко В. О. Методика польового досліду: навчальний посібник / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковхін. – Харків: Грін Д.С., 2015. – 448 с.

References:

1. Balabak, A.F.(2013). *Rootreproduction of uncommonfruit and berrycrops*. Uman: Operativnapolighrafiya[in Ukrainian].

2. Balabak, A.F.(2010). Rooting of woodystemcuttings of currantvarieties (*Ribesrubrum* L.) depending on the timing of grafting and part of the shoot in openground. *VisnykPoltavskoiiderzhavnoiiagrarnoiakademii*, 1, 10-14[in Ukrainian].

3. Gavryleshko M.O.(2009). Influence of growthregulators on rooting of woodycuttings of gooseberry and blackcurrant. *ProblemyzberezhenniabioriznomanittiaUkrajinskyhKarpats: Materialy II Reghionalnoiikonferentsiimolodyhvchenyh ta studentiv* (p. 44).Uzhgorod[in Ukrainian].

4. Dikhtyarenko A.V.(2017). Influence of shoottype and metamerism on regenerativecapacity of stemgreencuttings of Chinesemagnolia. *Sadivnytstvo*, 60, 190–194 [in Ukrainian].

5. Kazakova V.N. (1990). *Methods of testing regulators of plantgrowth and development in open and protectedground*. Moscow: MSHA [in Russian].

6. Mamchur T.V.(2011). *Improvement of methods of growingcurrantseedlings from stemcuttings in the conditions of the Right-BankForest-Steppe of Ukraine*. Extended abstract of candidate's thesis. Uman: UNUS [inUkrainian].

7. Markovsky V.S. (2008).*Berrycrops in Ukraine*. Kamianets-Podilskiy: PE Medobory-2006 [in Ukrainian].

8. Terek O.I.(2007). *Plantgrowth*. Lviv: Vydavnychyitsentr LNU im. Ivana Franka [in Ukrainian].

9. Tokman V.S.(2015). Rooting and development of varioustypes of *Ribesnigrum*woodystemcuttings. *Innovatsii v sadivnytstvi: Materialy IV mizhnarodnojinaukovoji internet-konferentsii*(pp. 13-17). Uman:Sochynskyi M.M. [in Ukrainian].

10. Ushkarenko V.O. (2015).*Methods of fieldexperiment*. Kharkiv: Ghrin D.S. [in Ukrainian].



Abstract. The publication reflects the results of the study on the self-propagation of *Ribesnigrum* "Kopan' Jubilee" from woody cuttings into one, two and three buds. The influence of metamerism of cuttings on the level of growth processes in *Ribesnigrum* plants was revealed, namely: the growth of the aboveground part improves, the leaf surface area increases, the growth and branching of the root system is activated. Planting material grown from two- and three-bud cuttings in the process of growing had significantly better biometric indicators compared to plants grown from single-bud ones. The results of the study show that increasing the cuttings' feeding area has a positive effect on the quality of rooted cuttings. In particular, the height of the plants in the experimental variant was 5 cm, which is 167% more than in the control one. Studies have shown that the maximum values of plant biometrics were observed in the variant where the substrate was used once. It is proved that in order to increase the reproduction rate of new and promising varieties of the studied taxon it is necessary to use single-bud cuttings.

Key words: *Ribes nigrum*, woody cuttings, adventitious rhizogenesis, rooting, metamerism of cuttings, root propagation, closed root system, substrate type, term of substrate use, planting scheme.

Стаття надіслана: 14.05.2021 г.

© Токмань В.С., Білокінь В.О.



УДК 631.53.02:633.854.78

INFLUENCE FRACTIONAL COMPOSITION AND TERMS OF STORAGE ON TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF SUNFLOWER SEEDS ВПЛИВ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ ТА ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА

Yashchuk N.A. / Ящук Н.О.

с.а.с., as. prof. / к. с.-х. н., доц.

ORCID: 0000-0002-5819-2813

SPIN: 6821-8381

Volianskyi O.V. / Волянський О.В.,

Harashchuk Yu. S. / Гаращук Ю.С.

с. / студ.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Heroiv Oborony, 13, 03041

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Київ, Героїв оборони 13, 03041

Анотація. Досліджено технологічні показники насіння соняшника сорту Сур і гібриду НК Неома та вплив фракційного складу і тривалості зберігання на їх зміну. Встановлено, що у перші 3 місяці зберігання відбувалося помітне зростання маси 1000 насінин у сорту Сур та менше – у гібриду НК Неома, а далі поступове зменшення. Виявлено вищі показники маси у фракції насіння соняшника 3,5-4,5 мм. Істотне зростання маси було у початковий період, а після шести місяців – зменшення.

Ключові слова: соняшник, насіння, фракція, термін зберігання, технологічні показники.

Вступ.

Збереженість насіння соняшника великою мірою залежить від рівномірності дозрівання їх в межах кошика. Саме залежно місця розташування насіння за зонами в радіально напрямі явно виявляється різниця за розмірами, ступенем стиглості, а також і вологістю.

Ступінь виповненості насінин соняшника характеризує маса 1000 насінин. І саме чим крупніше зерно, тим більше з нього можна отримати олії. Разом з тим, крупні насінини соняшника є більш життєздатними, маючи більший потенціал поживних речовин. Тому важливо зберегти цей показник протягом усього періоду використання на технічні цілі, або ж моменту висіву у полі [1-6].

Матеріал та методика досліджень.

Дослідження проводилися на базі лабораторій кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика НУБіП України впродовж 2020-2021 рр. з періодичним обстеженням насіння соняшника: після 3, 6 та 12 місяців зберігання. Проводили визначення показників якості насіння соняшника сорту Сур і гібриду НК Неома, розподіл маси був на контроль (уся маса насіння соняшника) та 2 фракції 5,0-5,5 мм й 3,5-4,5 мм.

Результати досліджень.

Під час тривалого зберігання насіння соняшника поступово втрачало вологість. У насіння сорту Сур до зберігання вологість була 6,4 % через три місяці зберігання вона опустилася на 0,2 %, після шести місяців вона піднялася



на 0,1 % і через 12 місяців впала на 0,2 %. У гібриду НК Неома початкова вологість складала 8 % після першого терміну зберігання опустилася на 0,1 %, після другого вона залишилася без змін і після третього опустилася на 0,1 %. Загалом показник вологості насіння соняшника змінювався несуттєво і залежав від вологості навколишнього середовища та ефективності активного вентильовання.

Під час зберігання насіння соняшника досліджуваних сорту й гібриду та їхніх фракцій відмічали помітне коливання даного показника (рис. 1-2).

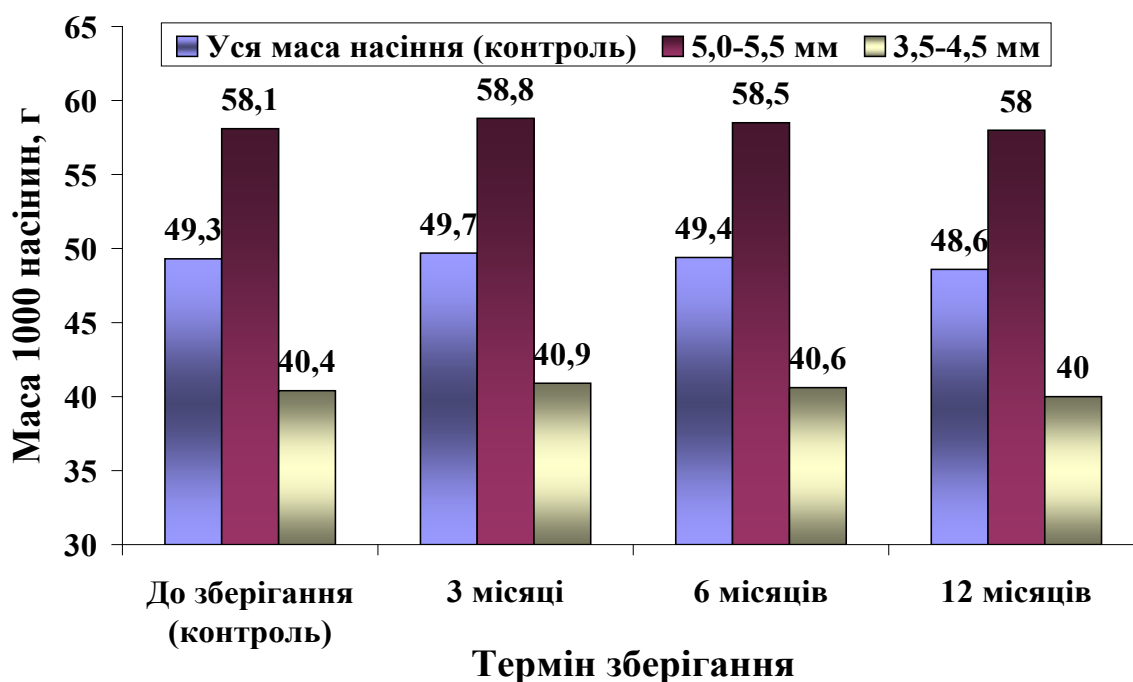


Рисунок 1 – Динаміка маси 1000 насінин соняшника різних фракцій сорту Сур під час зберігання

Упродовж перших трьох місяців зберігання відбувалося більш помітне зростання маси 1000 насінин у сорту Сур (0,4-0,7 г) та менш – у гібриду НК Неома (0,2-0,3 г), а далі поступове зменшення з найнижчими значення після дванадцяти місяців зберігання у фракції 3,5-4,5 мм.

Під час зберігання насіння соняшника сорту Сур зміни маси 1000 насінин відбувалися у всіх фракціях (рис. 1). Після трьох місяців зберігання маса 1000 насінин піднялася в усіх фракцій на 0,4; 0,7 та 0,5 г відповідно у контролю, фракцій 5,0-5,5 та 3,5-4,5 мм. Після шести місяців маса опустилась в усіх фракцій на 0,3 г. Після 12 місяців зберігання маса значно знизилася на 0,8; 0,5 та 0,6 г відповідно у контролю, фракцій 5,0-5,5 та 3,5-4,5 мм.

Після зберігання в 3 місяці насіння соняшника гібриду НК Неома підвищило свою масу 1000 насінин за контрольного варіанту (уся маса) – на 0,2 г, фракція 5,0-5,5 мм – на 0,3 г та фракція 3,5-4,5 мм – на 0,2 г. Після 6 місяців маса зменшилась на 0,1; 0,2; 0,4 г відповідно до досліджуваної фракції. Через 12 місяців зберігання маса знизилася порівняно від початкової на 0,4 г у контрольного варіанту, 0,4 г – у фракції 5,0-5,5 мм та 0,8 г – у фракції 3,5-4,5 мм.

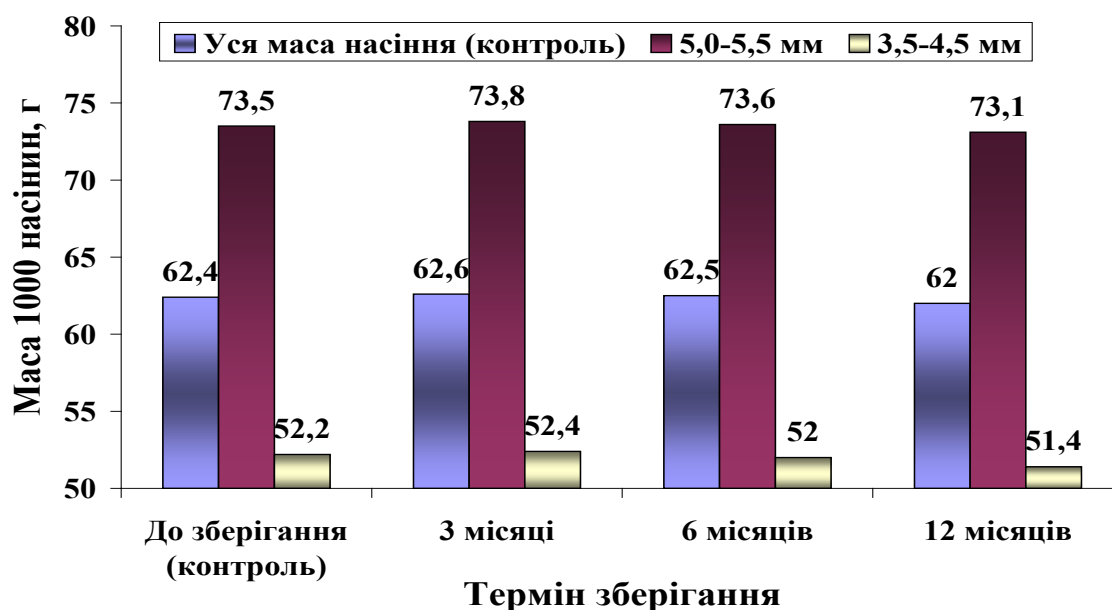


Рисунок 2 – Динаміка маси 1000 насінин сояшника різних фракцій гібриду НК Неома під час зберігання

Загалом насіння сояшника досліджуваних зразків мало високі показники маси 1000 зерна – 58,8 та 73,8 г, що дає йому змогу бути хорошим посівним матеріалом та доброю сировиною для отримання олії.

Під час зберігання натура насіння сояшника досліджуваних зразків змінювалася, то в сторону збільшення, то зменшення (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка натури насінин сояшника різних фракцій під час зберігання, г/л

Фракції	Термін зберігання				НІР ₀₅
	До зберігання (контроль)	3 місяці	6 місяців	12 місяців	
	Сорт Сур				
Уся маса насіння (контроль)	376	382	380	377	3
5,0-5,5 мм	370	375	373	370	2
3,5-4,5 мм	388	391	390	385	3
НІР ₀₅	9	8	8	7	-
Гібрид НК Неома					
Уся маса насіння (контроль)	465	467	466	465	2
5,0-5,5 мм	460	465	464	462	3
3,5-4,5 мм	475	479	477	474	3
НІР ₀₅	8	8	7	6	-



Зокрема, контрольних варіантів насіння сорту Сур після трьох місяців зберігання натура підвищилась на 6 г/л, після 6 місяців – 2 г/л, а після 12 місяців – впала на 3 г/л.

У гібриду НК Неома відбулися незначні зміни натури після 3 місяців – збільшилась на 2 г/л, 6 місяців – зменшилось на 1 г/л та 12 місяців – повернулася до початкового стану.

Майже у таких же межах відбувалися коливання показника натури в інших досліджуваних фракцій насіння соняшника. Враховуючи найменшу істотну різницю за термінами зберігання, істотні зміни показника відбувалися у початковий період – у сторону зростання, та після шести-дванадцяти місяців – у сторону зменшення.

Що стосується досліджуваних фракцій, то істотно вищими показники натури були у фракції насіння соняшника 3,5-4,5 мм у порівнянні з контрольним варіантом та фракцією 5,0-5,5 мм.

Висновок

Показник вологості насіння соняшника досліджуваних зразків змінювався несуттєво і залежав від вологості навколишнього середовища та ефективності активного вентилявання.

У перші 3 місяці зберігання відбувалося помітне зростання маси 1000 насінин у сорту Сур та менше – у гібриду НК Неома, а далі поступове зменшення з найнижчими значення після дванадцяти місяців зберігання у фракції 3,5-4,5 мм.

Виявлено вищі показники натури у фракції насіння соняшника 3,5- 4,5 мм. Істотне зростання натури відбувалося у початковий період, а після шести місяців – суттєве зменшення.

Література:

1. Вольф В.Г. Соняшник на Україні: навч. посібник. К.: Центр учбової літератури. – 1998. – 192с.
2. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В. Олійні культури в Україні: моногр. К.: Основа. – 2007. – 416 с.
3. Подпрятков Г. І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: Навч. Посібник. К.: ЦП Компринт. – 2010. – 495 с.
4. Скалецька Л.Ф. Соняшник. Агроном., 2009. – №4. – 8-11 с.
5. Ткаліч І.Д., Коваленко О.О. Якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин при різних строках сівби. Зберігання та переробка зерна. Дніпропетровськ, 2002. – № 7(37). – 30-31 с.
6. Ящук Н. Затягнули збирання соняшнику – готуйтеся до втрат урожаю. Пропозиція : український журнал з питань агробізнесу, 2015. – № 11. – С. 82-85.

References:

1. Wolf V.G. Sunflower in Ukraine: textbook. manual. K.: Center for Educational Literature. 1998. 192p.
2. Gavriluk M.M., Salatenko V.N., Chekhov A.V. Oil crops in Ukraine: monograph. K.: Basis. 2007. 416 p.



3. Podpryatov G.I., Skaletskaya L.F., Senkov A.M. Technology of storage and processing of crop products: Textbook. Manual. K .: CP Comprint. 2010. 495 p.
4. Skaletskaya L.F. Sunflower. Agronom., 2009. № 4. 8-11 p.
5. Tkalich I.D., Kovalenko O.O. Seed quality of sunflower hybrids depending on the density of standing plants at different sowing dates. Grain storage and processing. Dnipropetrovsk, 2002. № 7 (37). 30-31 p.
6. Yashchuk N. Delayed harvesting of sunflowers - prepare for crop losses. Proposal: Ukrainian Journal of Agribusiness, 2015. № 11. P. 82-85.

Abstract. *The technological parameters of sunflower seeds of variety Sur and hybrid NK Neoma and the influence of fractional composition and duration of storage on their change are investigated. It was found that in the first 3 months of storage there was a significant increase in the mass of 1000 seeds in variety Sur and less – in hybrid NK Neoma, and then a gradual decrease. The highest indicators of hectolitre weight in the fraction of sunflower seeds of 3.5-4.5 mm were revealed. There was a significant increase in hectolitre weight in the initial period, and after six months – a decrease.*

Key words: *sunflower, seeds, fraction, shelf life, technological indicators.*

Стаття відправлена: 17.05.2021 р.
© Ящук Н.О., Волянський О.В., Гаращук Ю.С.



УДК 631.526.325 : 635.64

THE QUALITY OF TOMATO FRUITS OF DIFFERENT HYBRIDS

ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ПОМІДОРА РІЗНИХ ГІБРИДІВ

Zavadzka O./Завадська О.В.

с.а.-г.с. ас.проф./к. с.-г.н., доц.,

ORCID: 0000-0002-5409-0115

НУБіП України, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13,

NULES of Ukraine, Kiev, Geroiv Oborony, 13,

Pliuk N./ Ілюк Н.А.

с.а.-г.с. ас.проф./к. с.-г.н., доц.,

Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»,

м. Київ, вул. Львівська, 23

Open International University of Human Development «Ukraine»

Parkhomuk Ya. / Пархомук Я.Р.

st. / студент

Анотація. Наведено результати дослідження біометричних та органолептичних показників якості свіжих плодів сливоподібних помідорів та типу чері різних гібридів, вирощених в умовах Лісостепу України. Встановлено відповідність вирощених плодів вимогам діючого стандарту, виявлено найбільш вирівняні за біометричними показниками якості варіанти. Досліджено, що найкращими за комплексом органолептичних показників були плоди гібридів чері Стар Голд F₁ та Крістіна Плюм F₁, які отримали найвищі оцінки під час дегустації, – по 8,8 балів за 9-бальною шкалою.

Ключові слова: помідор, плід, гібрид, якість, біометричні показники, органолептичні показники, дегустація

Вступ.

Виробництво помідора забезпечує продукцією вітчизняний ринок у сезонний період. Крім того, щорічно збільшуються поставки плодів культури на експорт [1]. За даними ФАО, ця культура займає перше місце у світі серед овочевих за площами вирощування та відрізняється найбільшим різноманіттям асортименту [2].

Основною проблемою внутрішнього ринку овочів є збереження врожаю та повного забезпечення потреб споживчого ринку впродовж всього року. Наразі спостерігається надмірна пропозиція овочів у період збирання та зменшення пропозиції у зимово-весняний період [2,5]. Це пояснюється неможливістю зберігання плодів помідора у свіжому вигляді протягом тривалого часу. Тому, свіжу продукцію використовують для різних видів переробки [1,4,5].

Можливість отримання плодів помідора високої якості для споживання у свіжому вигляді, чи різних способів переробки, залежить від багатьох факторів, серед яких важливе значення мають сортові особливості [3,4]. Тому, до завдань досліджень входило вивчення якості плодів різних гібридів сливовидних помідорів та чері, вирощених в умовах Лісостепу України.

Методика проведення досліджень.

Дослідження проводили протягом 2018-2019 рр. у господарстві СФГ "Марина", яке розташоване в Тернопільській області (зона Лісостепу) та в Національному університеті біоресурсів і природокористування України



(НУБіП України). Аналізи свіжих плодів помідора проводили в науково-навчальній лабораторії кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва НУБіП України за загальноприйнятими методиками [6].

Для досліду відібрали гібриди помідора типу чері та сливоподібні, оскільки вони найбільш рекомендовані для переробки (консервування, в'ялення). Контрольні варіанти виділяли окремо для кожного типу. До схеми досліду включили нові гібриди іноземної селекції, які найкраще зарекомендували себе протягом останніх років вирощування, поширені у виробництві [2]. Серед помідорів чері як контроль вибрали італійський гібрид Стар Голд F₁, внесений до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, у 2018-2019 рр. Серед сливоподібних помідорів вивчали два гібриди: французької та американської селекції: Петра Россо F₁ (оригінація французька компанія «Клаузе») та Слоу Рівер F₁. Контролем був гібрид Петро Россо F₁, зареєстрований у 2015 р. Схема досліду наведена у табл. 1.

Результати досліджень.

При оцінці будь-якого сорту чи гібриду плодовоовочевої продукції важливими критеріями є біометричні та органолептичні показники плодів. Особливо важливі ці показники для помідора, оскільки значна частина вирощеної продукції споживається у свіжому вигляді. Результати дегустаційної оцінки та біометричні показники свіжих плодів помідора дослідних варіантів наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Біометричні показники та дегустаційна оцінка плодів помідора досліджуваних гібридів, середнє за 2018-2019 рр.

Назва гібрида	Маса товарного плоду		Розміри плоду, мм		Індекс форми	Дегустаційна оцінка, бал*
	г	S.F.	діаметр	довжина		
Сливоподібні помідори						
П'єтра Росса F ₁ (контроль)	30,85	1,83	34±2,0	45±2,0	1,32	7,0
Слоу Рівер F ₁	32,40	1,76	37±2,0	48±2,0	1,30	7,2
НІР ₀₅	2,8					
Помідори чері						
Стар Голд F ₁ (контроль)	8,85	1,54	26±1,0	27±1,0	1,03	8,8
Крістіна Плюм F ₁	12,86	1,48	31±2,0	38±2,0	1,22	8,8
Нектар F ₁	11,36	1,70	31±1,0	30±2,0	0,97	8,3
Ріанна F ₁	11,57	1,63	28±1,0	29±1,0	1,03	8,5
НІР ₀₅	2,2					

*за 9-бальною шкалою



Сливоподібні плоди та плоди чері суттєво відрізнялися за біометричними та органолептичними показниками. Середня маса сливоподібних товарних плодів становила 30-33 г і переважала томати чері майже втричі (8,8-12,8 г). Серед помідорів чері найважчі та найкрупніші плоди формував гібрид Крістіна Плюм F₁ – 10,86 г, що на 4,01 г більше порівняно з контролем (різниця суттєва). Між іншими досліджуваними варіантами суттєвої різниці за цим показником не виявлено.

Плоди помідорів чері були більш вирівняними за масою товарного плоду порівняно зі сливоподібними. За цим показником найвирівнянішими серед помідорів чері були плоди гібридів Крістіна Плюм та Стар Голд F₁, коефіцієнт Левіса становив 1,48 та 1,54 відповідно. Найбільш різноякісним за масою плоду були плоди сливоподібного гібриду П'єтра Росса F₁ (коефіцієнт Левіса – 1,83).

Відповідно до вимог діючого стандарту мінімальний розмір плодів помідора за діаметром серединного поперечного розрізу має становити для видовжених – 30 мм; чері – 20 мм.

За найбільшим поперечним діаметром плоди досліджуваного сортименту помідора задовольняли вимоги діючого стандарту. За найбільший поперечним діаметром плодів та їх довжиною переважали сливоподібні гібриди П'єтра Росса F₁ та Слоу Рівер F₁, діаметр яких становив 34-37 мм, а довжина 45-48 мм. Середній діаметр плодів помідора чері коливався у межах 26-31 мм, а довжина 27-38 мм. Вони були більш вирівняні за біометричними показниками, порівняно зі сливоподібними плодами (коефіцієнт Левіса не перевищував 1,1).

Як відомо, більш повно форму плоду характеризує його індекс – відношення максимальної довжини до найбільшого розміру за діаметром. Чим більш значення наближене до одиниці, тим округліша форма плоду. Серед досліджуваних гібридів чері округла форма була у плодів гібридів Стар Голд, Нектар та Ріанна (індекс плоду 0,97-1,03), видовжена – у гібриду Крістіна Плюм (1,22). Індекс форми сливоподібних плодів був на рівні 1,3-1,32.

Таким чином, плоди помідорів чері були більш вирівняними за біометричними показниками порівняно зі сливоподібними. За комплексом біометричних показників серед помідорів чері виділилися плоди гібридів Стар Голд F₁ та Крістіна Плюм F₁, які формували однотипні, вирівняні за масою, довжиною та діаметром плоди.

Свіжі плоди оцінювали за комплексом органолептичних показників: зовнішнім виглядом, забарвленням, ніжністю шкірки, консистенцією, соковитістю та смаком плоду. Кожен показник оцінювали за 9-бальною шкалою, відмічаючи бали у дегустаційних листках. Вищі бали за результатами дегустаційної оцінки отримали плоди помідорів чері, порівняно зі сливоподібними. Так, загальна дегустаційна оцінка гібридів помідорів чері становила 8,3-8,8 бала, а сливоподібних – 7,0-7,2 бала. Найвищі дегустаційні оцінки отримали плоди гібридів Стар Голд F₁ та Крістіна Плюм F₁ селекції італійської компанії «Есасем» – 8,8 бала за 9-бальною шкалою (рис. 1).

Плоди гібридів чері мали привабливий зовнішній вигляд, яскраве різнобарвне забарвлення, тонку шкірку, ніжну соковиту м'якоть та збалансований за вмістом цукрів та кислот смак. Найнижчий бал (8,3 бала за 9-



бальною шкалою) серед них отримали плоди гібриду Нектар через дещо нижчі смакові властивості (кисліший смак) порівняно з іншими варіантами.



Рисунок 1 – Плоди гібридів помідора, які отримали найвищі бали під час дегустації : а – Стар Голд F₁ (контроль); б – Крістіна Плюм F₁

Плоди сливовоподібних гібридів мали твердішу шкірку, менш соковиту м'якоть та кисліший смак, порівняно з помідорами чері. Крім того, багато плодів мали нехарактерну форму. були вражені верхівковою гниллю, що позначилося на їх зовнішньому вигляді.

Висновки.

За комплексом біометричних та товарних показників серед досліджуваного асортименту виділилися плоди гібридів чері, які були більш вирівняними за масою товарного плоду порівняно зі сливовоподібними. Найвирівнянішими за біометричними показниками були плоди гібридів Крістіна Плюм F₁ та Стар Голд F₁.

За органолептичними показниками плоди чері переважали сливовоподібні плоди. Найкращими серед досліджуваного асортименту помідора були плоди гібридів Стар Голд F₁ та Крістіна Плюм F₁, які отримали під час дегустації найвищі оцінки, – по 8,8 балів за 9-бальною шкалою.

Література:

1. Бобось І.М., Завадська О.В. Технології вирощування помідора для свіжого споживання, зберігання і переробки: Монографія / І.М. Бобось, О.В. Завадська. – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. – 310 с.
2. Бобось І.М., Сич І.М. Асортимент овочевих культур для Степу // Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Степу України і АР Крим. – Том 1. – К.: Алефа, 2005. – С. 645 – 654.
3. Завадська О.В. Якість плодів помідора залежно від сорту та ступеня стиглості / O.Zavadska, Ya. Parkhomuk// Modern Scientific Researches. – Issue №9, Part 1, Agriculture (Yolnat PE, Minsk, 2019). – С. 88-91. DOI: 10.30889/2523-4692.2019-09-01-017



4. Завадська О.В. Біологічна та харчова цінність солоних томатів залежно від сорту та ступеня стиглості / О.Zavadska, Ya. Parkhomuk// SWorld Journal. – Issue №2, Part 2, October, 19. – С.96-100.

5. Скалецька Л.Ф. Технології зберігання і переробки: способи ефективного використання врожаю городини та садовини: Монографія / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпряттов, О.В. Завадська. – К.: ЦП «Компринт», 2014. – 202 с.

6. Скалецька Л.Ф. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва: навчальний посібник / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпряттов, О.В. Завадська. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2014. – 416 с.

Abstract. *The results of research of biometric and organoleptic indicators of quality of fresh fruits of plum-shaped tomatoes and cherry type of different hybrids grown in the Forest-Steppe of Ukraine are given. The conformity of the grown fruits to the requirements of the current standard has been established, the most aligned in terms of biometric quality indicators have been identified. It was investigated that the best in terms of organoleptic characteristics were the fruits of hybrids of Star Gold F₁ and Christina Plum F₁, which received the highest scores during tasting – 8.8 points on a 9-point scale.*

Key words: *tomato, fruit, hybrid, quality, biometric indicators, organoleptic indicators, tasting.*

Стаття відправлена: 21.05.2021 р.

© Завадська О.В., Ілюк Н.А., Пархомук Я.Р.



UDC 631.11 / 14 "324": 632.938: 631.53.04

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE DURATION OF THE PRE-EMERGENCE PERIOD AND FORMATION OF WINTER TRITICAL SEEDLINGS DENSITY

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ТРИВАЛІСТЬ ДОСХОДОВОГО ПЕРІОДУ ТА ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ СХОДІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

Svystunova I. Свистунова І.

PhD / / к. с.-г. н., доц.

Baranivskiy O. / Баранівський О.

Student / студент

National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv

Poltoretskyi S. / Полторецький С.

d. a. s., professor / д. с.-г. н., професор

Uman national university of horticulture, Uman, Ukraine

Hudoliy L. / Худолій Л.

researcher, k.a.s. / с. н. с., лк.с.-г.н.

Ukrainian Institute for Plant Varieties Examination, Kiev

Annotation. This article presents the results of research to study the impact of technological methods of cultivation on the duration of the pre-emergence period and the formation of seedling density of winter triticale. It is established that the most expedient is the sowing of culture in the period from 5 to 15 September, which allows you to get a quick and synchronous seedlings.

Key words: triticale, rye, wheat, sowing period, variety, pre-emergence period, germination, hydrothermal resources.

Introduction.

Effective functioning of farms specializing in livestock production is impossible without well-established feed production, because it is not only a source of realization of genetic potential productivity of animals and birds, but also from an economic point of view - an important source of formation of the cost of manufactured product. The proportion of feed in the cost of milk is 40-60%, cattle meat and pork - 65-75 [1].

Today, along with the organizational factors that led to the decline in feed production, an important role is played by environmental conditions on Earth, which have deteriorated sharply in recent years. As a result, modern technologies for growing cultivated plants began to fail, which significantly disrupted the annual stability of their productivity [8]. To provide the population with complete food in such conditions, it is important to search crops with more stable yields, and ways to prevent extreme weather events and ways to control the growth and development of plants [9]. In this aspect, a significant role is played by annual forage plants, including winter triticale [8, 10].

Triticale - a culture of multifunctional use is resistant to adverse agroecological conditions, less demanding of growing conditions and is characterized by a high adaptive level, which contributes to a fuller realization of potential productivity [3].

When growing high and stable yields with good quality products, it is very important to obtain and maintain timely and complete seedlings of optimal density.

The most decisive, according to many researchers [5, 7], agrometeorological factors that determine the duration of the sowing-seedling period are soil moisture,



the temperature of air and topsoil. Since the soil temperature in autumn has a close correlation with air temperature, only air temperature is usually used to characterize the conditions of growth and development of winter crops [6]. However, according to J. Bayer and other researchers [2], temperature at this time is not a limiting factor. According to them, the emergence of seedlings is more influenced by moisture, its excess or deficiency, because water is the main activator of life processes in the grain, as it serves as a source of oxygen for respiration and mobilizes enzymes that break down spare compounds complex of grains in substances that soluble in water that are transported to the seedling. Moreover, for swelling and germination is important not only the presence of water near the grain, but also a certain amount, the need of which depends significantly on the species and variety.

For germination of triticale seed, it must absorb moisture within 42-60% of its weight [4], which is subject to stocks of productive moisture in the plowing layer of soil at 30-50 mm [3]. When the content of moisture in the soil layer 0-10 cm less than 10 mm germination depends on rainfall.

With sufficient reserves of productive moisture in the soil, the timely emergence of triticale seedlings is observed when the average daily air temperature is in the range of 14-16 °C. Sowing in this period allows you to accumulate the required amount of average daily temperatures equal to 120 °C. Under such conditions, seedlings appear in 4-7 days, depending on the culture [4].

The aim of the research was to establish the influence of hydrothermal resources on the duration of the pre-emergence period of winter triticale in the Forest-Steppe conditions of the right-bank Ukraine.

Materials and research methods. Field experiments were conducted at the "Agronomic Research Station" of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine on chernozems of typical low-humus medium loam.

Object of research: wheat Polesskaya 90 (control), Kievskoe feed rye (control) and triticale varieties (AD 3/5, AD 44, ADM 9, Polesskiy 29 ADM 11 AD 52), sown in five calendar dates: 25 August, 5, 15, 25 September and 5 October. The predecessor is corn for silage.

Research results and discussion.

The shortest time from sowing to emergence of winter triticale was observed for sowing from August 25 to September 15 - 7.0-8.3 days. The average daily temperature from sowing to germination was 13.0-17.5 °C. The influence of the average daily temperature and the amount of precipitation on the duration of the period from sowing to the emergence of winter triticale seedlings is shown on Fig. 1.

Quantitative influence on the duration of the sowing-seedling period of triticale of these factors can be easily determined both by regression equations and by using the graph itself. The level of reliability of approximation of these equations is higher than the average daily temperature factor (coefficient of determination $R^2 = 0,93$), that this factor can more accurately predict the duration of the sowing-seedling than rainfall.

The hydrothermal coefficient (HTC) is an integral indicator that characterizes the inflow and evaporation of moisture over a certain period of growth and development of winter crops.

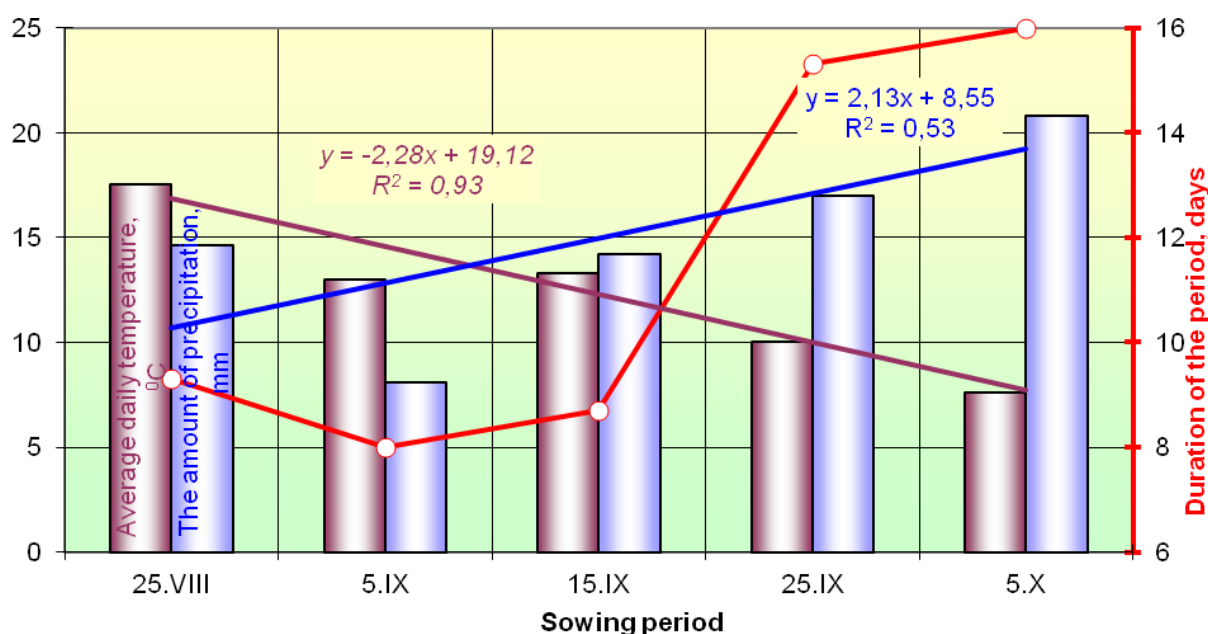


Fig. 1 Dependence of the duration of the period of sowing and germination of winter tritcale on average daily air temperature and precipitation

There are very close positive relationships between HTC and sowing-seedling period:

- for winter tritcale $r = 0,86$; $R^2 = 0,88$; $y = 5,42 + 2,05x$;
- for winter wheat $r = 0,81$; $R^2 = 0,65$; $y = 7,19 + 1,76x$;
- for winter rye $r = 0,97$; $R^2 = 0,93$; $y = 4,70 + 1,86x$.

Thus, the almost functional relationship between HTC and the sowing-germination period is established in rye and close - in tritcale and wheat. As follows, taking into account the HTC, the duration of the sowing-seedling period can be predicted by certain regression equations; the reliability of the approximation according to these equations is from 65% for winter wheat to 93% for winter rye.

In the process of seed germination and emergence shaped stand density of plants, which largely determines the conditions for further growth and development of plants and crop productivity in general. Among the factors that determine the density of seedlings, an important place belongs to the field germination, which in the natural environment is lower than in the laboratory [5].

Field germination of winter tritcale depending on sowing date and variety, %

Culture, variety	Sowing period				
	25.08.	5.09.	15.09.	25.09.	05.10.
Rye (control)	85,7	93,0	89,3	79,4	74,5
Wheat (control)	81,7	88,9	86,0	76,3	70,1
AD 3/5	83,4	88,9	88,4	78,5	72,3
AD 44	80,9	87,8	86,3	77,3	71,6
ADM 9	78,3	84,6	83,7	74,7	69,2
Polissya 29	83,8	90,0	89,1	79,8	74,0
ADM 11	84,3	90,9	89,1	78,4	71,7
AD 52	80,0	86,1	86,9	75,4	70,8



According to our research (table), the field germination of winter triticale depended more on varietal characteristics and weather conditions that developed in the pre-emergence period, and, accordingly, on sowing dates than on the species of plants.

On average, over the years of research, the highest field germination on triticale, rye and wheat crops was observed for sowing from 5 to 15 September. On October crops, the germination did not exceed 69.2-74.0%, which was due to the long pre-emergence period at low temperatures and excessively wet soil in some years.

Conclusions.

Therefore, given the study of the influence of sowing dates and biological characteristics of the variety on the duration of the pre-emergence period and the formation of seedling density of winter triticale, the most appropriate is sowing winter triticale from 5 to 15 September, which allows you to get fast and synchronous seedlings.

References:

1. Archipenko F.M. Status and trends in feed production. Agronomist. 2005. № 4. p. 18-22
2. Bayer J., Bures R., Tsoufal V., Fabry A. and others. Weather and harvest M.: VO "Agropromizdat". 1990. p. 332.
3. Bilytyuk A.P. Triticale is a culture of great potential for animal husbandry. Feed and feed production. 2003. № 51. p.149-152.
4. Bilytyuk A.P., Girko V.S., Kalenskaya S.M. Triticale in Ukraine: monograph / ed. A.P. Bilytyuk. Kiev. 2004. 376 p
5. Kalenskaya S.M. Models of cultivation technologies are a factor of stability of triticale grain production. Coll. Science. etc. Institute of Agriculture UAAS. Kiev. 2000. Vol. 2. p. 119-123.
6. Moiseychik V.A. Agrometeorological conditions and overwintering of winter crops. L.: Hydrometeoizdat. 1975. 295 p.
7. Netis I.T. Terms of termination of autumn vegetation and productivity of winter wheat. Bulletin of Agricultural Science. 2005. № 9. p. 28–30.
8. Podobed L.I. Perspective directions of improvement of fodder production in Ukraine. Feed and feed production. Vinnitsa. 2002. Vol. № 48. p. 3-7.
9. Rakhmetov D.B. The role of new crops in ensuring the sustainable development of feed production in Ukraine. Feed and feed production. Vinnitsa. 2003. № 51. p. 142-145.
10. Trunov N.P., Zabolotskaya G.E., Sazonov V.M., Fedorov A.K. Triticale is a valuable high-yielding crop. Feed production. 2000. № 1. p. 22-24.

Анотація. В даній статті викладені результати досліджень щодо вивчення впливу технологічних прийомів вирощування с на тривалість досходового періоду та формування густоти сходів тритикале озимого. Встановлено, що найбільш доцільним є сівба культури в період з 5 до 15 вересня, що дозволяє отримати швидкі та дружні сходи.

Ключові слова: тритикале, жито, пшениця, строк сівби, сорт, досходовий період, схожість, гідротермічні ресурси.



УДК 631.559:636.085.52:631.8

FORMATION OF SILOS YIELD UNDER THE INFLUENCE OF VARIETIES AND FERTILIZERS

Voitsekhivskiy V. / Войцехівський В.

PhD./к. с.-г. н., доц.

Denisyuk V. / Денисюк В.

Student/студент

National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev

Poltoretskyi S. / Полторецький С.

d. a. s., professor/д. с.-г. н., професор

Uman national university of horticulture, Uman, Ukraine

Muliarchuk O. / Мулярчук О.

PhD./к. с.-г. н., доц.

State agrarian and engineering university in Podilia, Ukraine

Tagantsova M. / Таганцова М.

Researcher/с.н.с.

Balitska L. / Баліцька Л.

Researcher/н. с.

Pchenko Ya. / Ільченко Я.

Researcher/м. н. с.

Ukrainian institute for plant varieties examination, Kiev

Annotation. Creating a reliable fodder base is one of the most important and acute problems in the development of animal husbandry. Animals in specialized farms especially need versatile and complete feeding. Feed, being a raw material for the production of meat and milk, in the structure of its cost is more than 50-60%. The main reason for the low rates of livestock development is the weak feed base, which is characterized by insufficient feed production, low quality and high cost. The cost of producing corn for silage of different hybrids varies significantly depending on the variety, fertilizer and cultivation technology. To increase the efficiency of growing corn for silage, it is advisable to replace the long-used Tesla hybrid with KVS 3381. The level of productivity of the recommended hybrid is higher by 15%. Application of fertilizers in the dose of $N_{120}P_{90}K_{90}$ will increase the yield by 22,5%, and on a high agro background by 68,8%.

Key words: corn, silage, fertilizers, yields.

Introduction. Economic growth and welfare of the state largely depend on the efficiency of the agro-industrial complex, in which an important place belongs to feed production. Today, corn is one of the most productive fodder crops and, accordingly, is of paramount economic importance. It is widely used in the diet of cattle and is processed to obtain grain, green mass and silage [4,6,10,12].

In terms of intensification of agricultural production, the most important task is to develop an optimal model of plant nutrition, which would ensure the maximum possible realization of their sortogenetic features in order to obtain a high yield of optimal quality. One of the most influential and fast-acting factors that have a positive effect on the size of the crop and its quality is fertilizers [1, 2, 4, 10].

The total yield is a derivative of a complex set of biological features of the plant and environmental conditions. The size of the crop is the basis for evaluating a particular system of fertilizer, variety, implemented in certain soil and climatic conditions. The formation of the crop mass is a complex process consisting of the



growth of plant tissues due to substances entering the plant and substances synthesized by the plant. The primary forms of this process are the absorption of CO₂, water, minerals and solar energy and the accumulation of assimilants. Further processes are multiple cell division and differentiation, which is ultimately realized in plant growth. The formed assimilants, in addition to their direct consumption for structural and energy processes, are deposited in reserve forms, which constitute the bulk of the crop. Thus, the growth of green mass occurs under the influence of physiological and biochemical processes, the direction of which is determined by both sortogenetic features of the culture and the action of environmental factors, the most effective of which is the presence of nutrients in the soil. Mineral feeding conditions significantly affect the formation of the size and structure of the crop [3,7,8,9].

Research methodology and materials. The research was carried out at the NULES of Ukraine at the Professor B.V. Lesik Department of Storage, Processing and Standardization of Plant Product and on production crops of FE "Zorya". Intensive hybrids of Tesla and KVS 3381 (FAO 360) were used. Growing and accounting of the harvest was carried out according to the generally accepted technology [5, 11].

Research results and discussion. The results of research have shown that the systematic application of fertilizers is a powerful tool for influencing the dynamics of growth of green mass of corn.

The effect of fertilizers on the growth of green mass is noticeable at the beginning of the growing season - in the second decade of June, the weight of the plants of the variant with fertilizer is 2,18-2,32 times greater than the weight of control plants. During this period, the increase in biomass in the control is 0,59-0,61 t / ha per day, and in the variant background + N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 0,83-0,91 t / ha per day. Intensive growth of green mass is also observed in the 2nd decade of July: in the control variant – 0,83-0,55 t/ha per day and 0,81-0,92 t/ha per day on fertilizer background + N₁₂₀P₉₀K₉₀. At the end of the growing season, the effect of fertilizers becomes less noticeable than in the initial stages of plant growth: in the second decade of August, the weight of fertilized plants is 1,60-1,66 times greater than the weight of control plants. In the variant background + N₁₂₀P₉₀K₉₀ the increase is 17,76 t/ha, while in the variant where only mineral fertilizers were applied – 6,0 t/ha (table). The reason that mineral fertilizers do not cause a known increase in biomass is probably the special physical and chemical conditions of the soil, as well as the biological characteristics of corn.

Fertilizers also change the structure of the crop. The yield under control is 25.68 t / ha, of which the mass of leaves is 4,68 t/ha (18,2%). Stems – 13,74 t/ha (53,5%), and cobs – 7,2 t/ha (28,0%). Yield on the background + N₁₂₀P₉₀K₉₀ variant is higher than on the control by 17,76 t / ha, of which 4,44 - leaves, 2,70 - stems and 10,74 - cobs, with their mass fraction is respectively -21,0%, 37,8% and 41,2%, which indicates an increase in the proportion of leaves and stems in plants grown on fertilizer. In the background, the green mass yield exceeds the control crop by 4,62 t/ha, mainly due to the increase in the mass of stems – 1,86 t/ha and cobs – 1,92 t/ha.



Analyzing the obtained data, it can be stated that the systematic application of fertilizers significantly increases the growth of green mass of corn: the yield of corn on the background + N₁₂₀P₉₀K₉₀ exceeds the yield on control by 17,76 t/ha and is 43,44 t / ha. Fertilizers also affect the structure of the crop: the mass fraction of cobs in the phase of milk-wax ripeness is 28,1% in the control, and in the background + N₁₂₀P₉₀K₉₀ – 41,2%, leaves 18,3 and 21,0% and stems - 53,5%.

The structure of the corn harvest for silage, t / ha

Experiment options	Harvest for 2018-2019 years							
	total yield, t / ha	including			Yield increase			
		leaf	stems	cobs	to control	including		
						leaf	stems	cobs
Control (Tesla)	25,68	4,68	13,74	7,2	—	—	—	—
background + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	43,44	9,12	16,44	17,94	17,76	4,44	2,7	10,74
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	31,68	6,18	16,26	9,24	6,0	1,5	2,52	2,04
KWS 3381	29,52	5,88	13,2	8,52	3,84	1,2	0,26	1,32
Average options	32,1	6,28	15,05	10,4	—	—	—	—
SSD ₀₅	5,95	2,37	3,05	4,52	—	—	—	—

Analyzing the data in the table regarding the use of the hybrid KWS 3381, we can say about the feasibility of further use of this hybrid. At present, it is seen that the excess in terms of yield as a whole is 3,84 t/ha, which is almost 15%, and in terms of leaf formation – 4,7, stems – 2,8 and cobs – 5,1%, respectively.

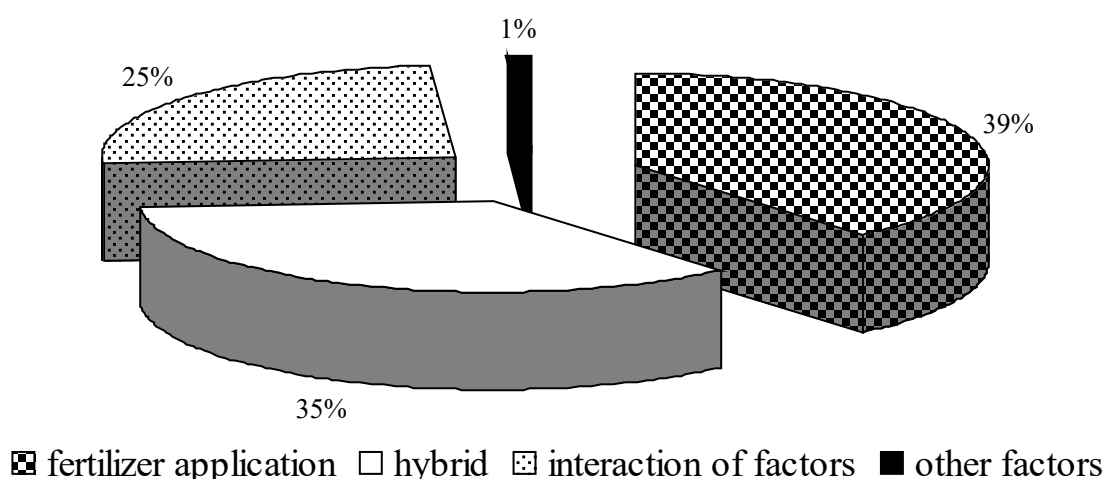


Figure. Influence of varietal characteristics and fertilizers on the formation of corn harvest on silage



Analysis of variance of the influence of variety and fertilizer on the formation of the corn crop on silage showed that its value is most affected by fertilizer, varietal characteristics and the interaction of factors at almost the same level (Figure).

Conclusions. Thus, to increase the efficiency of growing corn for silage, it is advisable to replace the long-used Tesla hybrid with KVS 3381. The level of productivity of the recommended hybrid is higher by 15%. Application of fertilizers in the dose of N120P90K90 increases the yield by 22,5%, and on a high agricultural background by 68,8%.

References:

1. Altukhov A.I., Silaeva L.P., Veklenko V.I., Soloshenko R.V., etc. Economic efficiency of increasing the sustainability of crop production. K.: KSAA, 2016. 95 p.
2. Babich AO World land, food and fodder resources. K.: Agrarian. science, 1996. 570.
3. Degtyarevich I.I., Bychek I.I. Organization of corn cultivation for silos on intensive technology. Territory of science. 2017. № 2. 78-84.
4. Fryer O.V. Trends in crop production and sustainable development of agriculture in Ukraine - opportunities for harmonization. Economics of AIC. 2018. № 10. 117-125. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201810117>.
5. Frans J., Tornly J.H.M. Mathematical models in agriculture. M.: Agropromizdat, 1987. 400.
6. Moiseenko A.N. Economic performance management at introduction of intensive technologies in agriculture. Journal of Economy and Business. 2018. – Vol.1. – P. 121-124.
7. Petrinenko V.F. Substantiation of technology of growing fodder crops and energy saving in field fodder production. Bulletin of Agricultural Science. 2003. № 10. 6-10.
8. Podpryatov G.I., Senkov A.M., Voitsekchivsii V.I. Technology of production, storage and evaluation of feed quality. K.: NAU, 2003. 216.
9. Podpryatov G.I., Voitsekhivskii V.I., Kilian M. and set. Technologies of storage, processing and standardization of agricultural products. K.: CIT. 2017. 658.
10. Shugurov I.V. Technical equipment as a basis for the introduction of modern technologies in crop production. NSU Bulletin. Series: Socio-economic sciences. 2009. T. 9, Vol. 4. 151-155.
11. Skaletskaya L.F., Podpryatov G.I., Zavadskaya O.V. Methods of scientific research on the preservation and processing of crop products: textbook. manual. K.: ЦП Компрінт, 2014. 416 p.
12. Tereshchenko S.A., Mudrova L.D. Dependence of silo quality on elements of corn cultivation technology (ZEA MAYS L.). Науч. ж. «Известия КГТУ», № 52. 2019. 133-142.

Анотація. Створення надійної кормової бази - одна з найбільш важливих і гострих проблем розвитку тваринництва. Тварини в спеціалізованих господарствах особливо потребують різнобічної і повноцінної годівлі. Корми, будучи сировиною для виробництва м'яса і молока, в структурі його собівартості складають більше 50-60%. Основною причиною низьких показників розвитку скотарства є слабка кормова база, яка



характеризується недостатнім виробництвом кормів, низькою їх якістю і високою собівартістю. Витрати на виробництво кукурудзи на силос різних гібридів значно відрізняється залежно від сорту, удобрення та технології вирощування. Для підвищення ефективності вирощування кукурудзи на силос доцільно замінити давно використовуваний гібрид Тесла на КВС 3381. Рівень продуктивності рекомендованого гібриду вищий на 15%. Внесення добрив у дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$ підвищити урожайність на 22,5%, а на високому агрофоні на 68,8%.

Ключові слова: кукурудза, силос, удобрення, урожайність.

© Voitsekhivskii V., Denisyuk V. Poltoretskyi S.,
Muliarchuk O., Tagantsova M., Balitska L., Ilchenko Ya.



УДК 631.8:633.853.34

DEPENDENCE OF THE AREA OF ASSIMILATION LEAVES SURFACE AND PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL OF MAIZE ON MACRO AND MICROFERTILIZER NORMS**ЗАЛЕЖНІСТЬ ПЛОЩІ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИСТКІВ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КУКУРУДЗИ ВІД НОРМ МАКРО- ТА МІКРОДОБРИВА**

Ivanyshyn O.S. / Іванишин О.С.

postgraduate / аспірант

State Agrarian and Engineering University in Podilia,
Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, str. 13, 32316
Подільський державний аграрно-технічний університет,
м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13, 32316

Анотація

Мета. Встановити залежність площі листкового апарату та фотосинтетичного потенціалу посівів різностиглих гібридів кукурудзи від норм застосування добрива та мікродобрива при вирощуванні в умовах Західного Лісостепу України. **Результати.** В результаті досліджень встановлено істотний вплив норм макро- і мікродобрив на показники фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи. Визначено, що фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи коливався в межах 1300,5–1539,2 тис.м² х діб/га. У двох гібридів: КВС 2323 та КВС 381 показник був вищим і становив відповідно: 1336,2–1539,2 та 13005–1528,8 тис.м² х діб/га. У гібридів КВС Кумпан та КВС 4484 фотосинтетичний потенціал істотно поступався згаданим вище гібридам і знаходився в межах 1081,2–1320,8 тис.м² х діб/га. Встановлено, що застосування добрив та мікродобрива сприяло підвищенню показника. Так, на усіх досліджуваних гібридах кращий показник відмічено на вищих фонах добрив: 250 та 300 кг/га та з нормами мікродобрива 2 і 3 л/га. Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів зафіксовано у гібриду кукурудзи середньоранньої групи КВС 2323 та середньостиглої групи КВС 381 – 1518,4–1539,2 тис.м² х діб/га на фонах добрив 250 та 300 кг/га із підживленням мікродобривом «Урожай Зерно» нормами 2 та 3 л/га посіву. Достовірну різницю між гібридами кукурудзи за площею асиміляційної поверхні та фотосинтетичним потенціалом встановлено за критерієм Дункана. Аналіз показав, що всі значення знаходяться в різних гомогенних групах. **Висновки.** До фази цвітіння площа листкової поверхні кукурудзи на одиниці площі досягла свого оптимуму, значення коливались в межах 20,7–29,3 тис.м²/га. Гібрид був найбільш впливовим чинником, його доля впливу становила 73%, норми добрив (фактор В) впливали на 20% і найменше – на 6% впливали норми мікродобрив (фактор С). Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів зафіксовано у гібриду кукурудзи середньоранньої групи КВС 2323 та середньостиглої групи КВС 381 – 1518,4–1539,2 тис.м² х діб/га на фонах добрив 250 та 300 кг/га із підживленням мікродобривом «Урожай зерно» нормами 2 та 3 л/га посіву.

Ключові слова: норма добрива, норма мікродобрива, кукурудза, група стиглості, площа листків, фотосинтетичний потенціал

Вступ. Добрива – один із основних і найбільш впливових факторів підвищення урожайності сільськогосподарських культур, в т.ч. і кукурудзи.

Важливою з екологічної і економічної точки зору є правильно підібрана система живлення кукурудзи, із врахуванням виносу поживних речовин з ґрунту під запланований урожай, потреби в тих чи інших елементах залежно від етапів розвитку рослин, погодно-кліматичних чинників, технології вирощування культури [1–4].



Систему удобрення розробляти слід залежно від ґрунтових умов вирощування. Так, науковці Інституту зрошуваного землеробства НААН установили, що на темно-каштанових ґрунтах півдня України максимальну урожайність кукурудзи було отримано при внесенні добрив нормою $N_{120}P_{90}$ на фоні зрошення [5, 6]. Біологічний винос із ґрунту і добрив поживних речовин для формування одного гектару посіву становить: азоту 181, фосфору – 86 та калію 227 кг/га, а в богарних умовах 79, 24 та 90 кг/га відповідно. Такі дані отримали співробітники Інституту зрошуваного землеробства НААН [7, 8]. Кукурудза формує значну біомасу, тому має підвищену потребу (порівняно з іншими зерновими культурами) в елементах живлення, особливо в азоті. Інтенсивне накопичення азоту (3,3 кг/га за добу) і фосфору (1,4 кг/га за добу) спостерігається від фази цвітіння волоті до підсихання початків, калію 92,4 кг/га за добу) – у період від викидання волоті до цвітіння [9]. Науковці інституту зрошуваного землеробства дійшли висновку, що для створення бездефіцитного балансу азоту під кукурудзу на темно-каштанових ґрунтах необхідно вносити N_{150} . Надлишкове внесення азоту практично не збільшує врожайність кукурудзи. Але сприяє накопиченню рухомих форм азоту в ґрунті [10, 11].

В умовах Західного Лісостепу досліджень з вивчення норм застосування добрив і мікродобрив при вирощуванні різностиглих гібридів кукурудзи практично немає, тому ці питання є актуальними і потребують детального вивчення.

Мета досліджень – визначити біометричні показники рослин та масу 1000 зерен гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від удобрення в умовах Лісостепу західного.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження виконуються в умовах «Корпорації Колос ВС» Борщівського району Тернопільської області. В досліді вивчаються гібриди кукурудзи: КВС 2323 (ФАО 260), КВС Кумпан (ФАО 290), КВС 381 (ФАО 350), КВС 4484 (ФАО 370) – фактор А; норма NPK: 150 (контроль), 200, 250 та 300 кг (передпосівне внесення) – фактор В. Під основний обробіток ґрунту загальний фон добрив для всіх варіантів: діамофоска (2 ц/га), сульфат амонію (2 ц/га), безводний аміак (2 ц/га); норма внесення мікродобрива Урожай Зерно: 1, 2, 3 л/га – фактор С. Мікродобриво вносилося у фазі 5–7 листків. За контроль взято варіант без підживлення. Облікова площа ділянки 50 м². Повторність чотириразова. Облік урожаю здійснювали методом поділянкового обмолоту. Всі обліки, спостереження та аналізи здійснювались відповідно загальноприйнятих методик.

Основна частина. Рівень врожайності зерна кукурудзи в значній мірі визначається як розвитком листового апарату рослин і фотосинтетичним потенціалом посіву, який акумулює сонячну енергію у процесі фотосинтезу [12, 13]. Фотосинтетичний потенціал є своєрідним індикатором потенційних можливостей культури. Він відіграє важливу роль у накопиченні біомаси та істотно змінюється під впливом агротехнічних та біологічних факторів.

Вивчення морфо-фізіологічних показників рослин кукурудзи може надати конкретні рекомендації щодо розкриття резервного потенціалу рослин в



конкретних умовах [14, 15].

В наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал в період вегетації кукурудзи мав певні відмінності у розрізі гібридів, норм добрив та мікродобрива.

Таблиця 1

Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи залежно від удобрення, тис.м² х діб/га (середнє за 2018-2020 рр.)

Норма добрива, кг/га	Норма мікродобрива, л/га	Гібрид			
		КВС 2323	КВС Кумпан	КВС 381	КВС 4484
150 (контроль)	Без мікродобрива (контроль)	1336,2	1086,3	1300,5	1081,2
	1	1341,3	1091,4	1305,6	1081,2
	2	1346,4	1132,2	1331,1	1142,4
	3	1366,8	1137,2	1336,2	1147,5
200	Без мікродобрива	1341,3	1076,1	1305,6	1071
	1	1341,3	1096,5	1310,7	1086,3
	2	1366,8	1137,3	1336,2	1147,5
	3	1366,8	1142,4	1341,3	1152,6
250	Без мікродобрива	1461,2	1185,6	1424,8	1232,4
	1	1466,4	1190,8	1430	1232,4
	2	1539,2	1274	1518,4	1315,6
	3	1544,4	1279,2	1523,6	1320,8
300	Без мікродобрива	1466,4	1190,8	1430	1237,6
	1	1466,4	1175,2	1435,2	1237,6
	2	1534	1279,2	1523,6	1320,8
	3	1539,2	1274	1528,8	1320,8
V, %		11,0			

Дані таблиці 1 свідчать, що фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи коливався в межах 1300,5–1539,2 тис.м² х діб/га. У двох гібридів: КВС 2323 та КВС 381 показник був вищим і становив відповідно: 1336,2–1539,2 та 1300,5–1528,8 тис.м² х діб/га. У гібридів КВС Кумпан та КВС 4484 фотосинтетичний потенціал істотно поступався згаданим вище гібридам і знаходився в межах 1081,2–1320,8 тис.м² х діб/га.

Застосування добрив та мікродобрива сприяло підвищенню показника. Так, на усіх досліджуваних гібридах кращий показник відмічено на вищих фонах добрив: 250 та 300 кг/га та з нормами мікродобрива 2 і 3 л/га.

Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів зафіксовано у гібриду



кукурудзи середньоранньої групи КВС 2323 та середньостиглої групи КВС 381 – 1518,4–1539,2 тис.м² х діб/га на фонах добрив 250 та 300 кг/га із підживленням мікродобривом «Урожай Зерно» нормами 2 та 3 л/га посіву.

Достовірну різницю між гібридами кукурудзи за площею асиміляційної поверхні та фотосинтетичним потенціалом показано за критерієм Дункана. Аналіз показав, що всі значення знаходяться в різних гомогенних групах (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність площі асиміляційної поверхні листків та фотосинтетичного потенціалу кукурудзи від гібриду за проведенням тестом Дункана
(середнє за 2018–2020 рр.)

№	Гібрид	Площа асиміляційної поверхні листків	Фотосинтетичний потенціал	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	КВС 2323	27,71	1426,51	***			
2	КВС 381	27,15	1398,85		***		
3	КВС 4484	23,21	1195,48			***	
4	КВС Кумпан	22,78	1171,76				***

Досліджувані норми добрива впливали на площу листків та фотосинтетичний потенціал досліджуваних гібридів наступним чином: норми 150 та 200 кг/га знаходились в одній гомогенній групі, тобто різниця за вказаними показниками між ними не істотна, а норми 250 та 300 кг/га – були в другій гомогенній групі. Отже, істотно різнилися варіанти з нормами 150 та 200 від 250 та 300 кг/га, оскільки значення розподілились по різних групах (табл. 3.).

Таблиця 3

Залежність площі асиміляційної поверхні листків та фотосинтетичного потенціалу кукурудзи від норми добрива за проведенням тестом Дункана
(середнє за 2018–2020 рр.)

№	Норма добрива, кг/га	Площа асиміляційної поверхні листків	Фотосинтетичний потенціал	Гомогенні групи	
				1	2
1	300	26,41	1372,48	***	
2	250	26,37	1371,18	***	
3	200	24,07	1226,23		***
4	150	23,99	1222,72		***

Тест Дункана, який проведений по фактору С (норми мікродобрив) показав, що тенденція була аналогічна як і при аналізі з нормами добрив. Тобто, значення на варіантах без добрив (0) та 1 л/га були в одній групі, а на варіантах з нормами 2 і 3 л/га віднесено до іншої гомогенної групи, що свідчить про істотну різницю між ними (табл.4).



Таблиця 4

Залежність площі асиміляційної поверхні листків та фотосинтетичного потенціалу кукурудзи від норми мікродобрива за проведенням тестом Дункана (середнє за 2018–2020 рр.)

№	Норма мікродобрива, л/га	Площа асиміляційної поверхні листків	Фотосинтетичний потенціал	Гомогенні групи	
				1	2
1	3	25,86	1332,60	***	
2	2	25,79	1327,79	***	
3	1	24,63	1268,02		***
4	0	24,57	1264,19		***

Найбільший вплив досліджуваних чинників на показники фотосинтетичного потенціалу забезпечив фактор А – гібрид, значення становило 67%, менш впливовим був фактор В – норма добрива, 27% і найменший вплив мав фактор С – норма мікродобрива, 5%.

Два із чотирьох гібридів кукурудзи характеризувались вищими показниками фотосинтетичної діяльності – КВС 2323 та КВС 381, які належать до різних груп стиглості, відповідно: середньоранньої та середньостиглої.

Кращими фотосинтетичними показниками характеризувались варіанти норм добрив 250 та 300 кг/га.

Кращі результати щодо формування площі листкового апарату та показника фотосинтетичної діяльності відмічено на варіантах з нормами застосування мікродобрива «Урожай Зерно» 2 та 3 л/га.

Отже, максимальну площу асиміляційної поверхні в межах 24,3–24,7 тис. м²/га та фотосинтетичний потенціал 1534–1544,4 тис.м² х діб/га сформували посіви гібриду КВС 2323 (ранньостиглий) на варіанті з нормою добрив 250 та 300 кг і мікродобрива – 2 і 3 л/га. [16].

Висновки та пропозиції. До фази цвітіння площа листкової поверхні кукурудзи на одиниці площі досягла свого оптимуму, значення коливались в межах 20,7–29,3 тис.м²/га. Гібрид був найбільш впливовим чинником, його доля впливу становила 73%, норми добрив (фактор В) впливали на 20% і найменше – на 6% впливали норми мікродобрив (фактор С). Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів зафіксовано у гібриду кукурудзи середньоранньої групи КВС 2323 та середньостиглої групи КВС 381 – 1518,4–1539,2 тис.м² х діб/га на фонах добрив 250 та 300 кг/га із підживленням мікродобривом «Урожай зерно» нормами 2 та 3 л/га посіву.

В перспективі плануємо сформувати рекомендації для сільськогосподарського виробництва з питань застосування макро- та мікродобрив на посівах гібридів кукурудзи.

Література

1. Боканча П.С. Кукуруза. Одеса: Агроукраїна, 1992.168 с.
2. Криштопа В.І. Взаємодія норм азоту та густоти посіву при вирощуванні



кукурудзи на зерно в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 1996. №1 С. 32–33.

3. Budd T. The nitrogen applications to yield Praire Farmer, 1992. P. 6–15.

4. Dobrovolsky J. Klavita porastov kukurice an sitaz a zelene kramnic Uroda, 1996, P. 289–291.

5. Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Найдьонов В.Г., Михаленко І.В. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях Півдня України. Херсон: Айлант, 2007. 256 с.

6. Писаренко В.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В. Поживний режим ґрунту на ділянках гібридизації кукурудзи в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 1999. № 10. С. 15–20.

7. Гамаюнов В.Е., Коняшин В.Н. Влияние удобрений в севообороте на урожайность сельскохозяйственных культур при орошении. *Орошаемое земледелие*. 1989. № 34. С. 16–18.

8. Ansorage H. Untersuchungen uber die Wirkung der sticksto: bei unterschiedlcher Dungung / H. Ansorage, R. Iauert // Fragen der Erhohung, 1989. №7. P. 132.

9. Bloc B. Aguelle opolug foutit recolter le mais-ensilage / B. Bloc // Producteur arg. Franc, 1971. V. 47 (893). – P. 8–9.

10. Наукові звіти відділу зрошуваного землеробства ІЗЗ НААН (ІЗПР УААН) за 2000–2011 рр.

11. Гамаюнов В.Е., Драчова Н.И. Влияние на урожай и качество кукурузы, возделываемой в условиях орошения юга Украины. *Таврійський науковий вісник*. 1996. №1. С. 35.

12. Ничипорович А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. Современные проблемы фотосинтеза. Москва. МГУ, 1973. С. 5–28.

13. Андреев С.С. Фотосинтез растений кукурузы. Физиология сельскохозяйственных растений. М.: Изд. МГУ, 1969. Том V. С. 112–119.

14. Дзюбецький Б.В., Писаренко В.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В. Морфо-фізіологічні показники продукційного процесу та врожай насіння материнської форми гібрида кукурудзи Борисфен 433 МВ в умовах зрошення Бюлетень Інституту зернового господарства. 2000, № 14. С. 20–22.

15. Оканенко А.С., Починок Х.Н., Голик К.Н. и др. Фотосинтез и продуктивность в связи с водным режимом растений. Фотосинтез, рост и устойчивость растений. Київ. Наукова думка, 1971. С. 5–28.

16. Іванишин О.С. Площа асиміляційної поверхні листків та урожайність гібридів кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С.77–81.

Abstract.

Aim. The aim is to establish the dependence of the leaf apparatus area and photosynthetic potential of crops of different-ripe maize hybrids on the norms of fertilizer and microfertilizer application during cultivation in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. **Results.** As a result of researches the essential influence of macro- and microfertilizers norms on indicators of photosynthetic activity of corn crops is established. It was determined that the photosynthetic potential of maize hybrids ranged from 1300.5–1539.2 thousand $m^2 \times days / ha$. In two hybrids:



KWS 2323 and KWS 381 the indicator was higher and amounted to: 1336.2–1539.2 and 1300.5–1528.8 thousand $m^2 \times \text{days} / \text{ha}$, respectively. In the hybrids KWS Kumpan and KWS 4484 photosynthetic potential was significantly inferior to the above-mentioned hybrids and was in the range of 1081.2–1320.8 thousand $m^2 \times \text{days} / \text{ha}$. It was found that the use of fertilizers and microfertilizers contributed to the increase. Thus, on all studied hybrids the best indicator was observed on higher fertilizer backgrounds: 250 and 300 kg / ha and with norms of microfertilizer 2 and 3 l / ha. The maximum photosynthetic potential of crops was recorded in the hybrid of maize of medium-early group KWS 2323 and medium-ripe group KWS 381 - 1518.4–1539.2 thousand $m^2 \times \text{days} / \text{ha}$ on the background of fertilizers 250 and 300 kg / ha with fertilization «Harvest Grain» norms 2 and 3 l / ha of sowing. A significant difference between maize hybrids in terms of assimilation surface area and photosynthetic potential was established by Duncan's test. The analysis showed that all values are in different homogeneous groups. **Conclusions.** Before the flowering phase, the leaf surface area of corn per unit area reached its optimum, the values ranged from 20.7 to 29.3 thousand m^2 / ha . The hybrid was the most influential factor, its share of influence was 73%, fertilizer rates (factor B) affected 20% and the least - 6% were affected by microfertilizer rates (factor C). The maximum photosynthetic potential of crops was recorded in a hybrid of corn of medium-early group KWS 2323 and medium-ripe group KWS 381 - 1518.4–1539.2 thousand $m^2 \times \text{days} / \text{ha}$ on the background of fertilizers 250 and 300 kg / ha with fertilization microfertilizer «Harvest Grain» norms 2 and 3 l / ha of sowing.

Key words: fertilizer rate, microfertilizer rate, corn, ripeness group, leaf area, photosynthetic potential.



Expert-Peer Review Board of the journal

Abdulveleeva 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
 Pyzhanova 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
 Shehmirezova Andzhela Muharbievna, Adygea State University, Russia
 Shpinkovskij Aleksandr Anatolevich, Odessa National Polytechnic University, Ukraine



СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

Architecture and construction*Архитектура и строительство**Архітектура і будівництво*
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-004>

6

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN MUSEUMS*ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МУЗЕЯХ**Zhandarbekova T.A. / Жандарбекова Т.А.*
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-005>

11

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES IN THE DESIGN DEVELOPMENT PROCESS OF ARCHITECTURAL COMPANIES*ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС**ПРОЕКТНЫХ РАЗРАБОТОК АРХИТЕКТУРНЫХ КОМПАНИЙ**Shadibekov T.K. / Шадыбеков Т.Х.*
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-006>

16

COMPARISON OF DISPLACEMENT VENTILATION AND MIXING VENTILATION FOR INDOOR ENVIRONMENT CONDITIONS IN OFFICES: PHYSICAL CALCULATIONS*СРАВНЕНИЕ НИЗКОПОДВИЖНЫХ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ И ДИФФУЗОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДХОДЯЩИХ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ: ФИЗИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.**Sudziuvienė R. / Суджювенė Р., Parisauskienė D. / Парииаускенė Д.**Sudziute I. / Суджюте И.***Physics and mathematics***Физика и математика**Фізика і математика*
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-034>

27

EXISTENCE OF l -MOMENT OF THE STRONG SOLUTION OF STOCHASTIC INTEGRAL DIFFERENTIAL ITO-VOLTERRA EQUATION*ІСНУВАННЯ l -ГО МОМЕНТУ СИЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ СТОХАСТИЧНОГО**ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ІТО-ВОЛЬТЕРРИ**Yurchenko I.V. / Юрченко І.В.***Geology, geophysics and geodesy***Геология, геофизика и геодезия**Геологія, геофізика і геодезія*
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-019>

35

APPLICATION OF MODERN SOFTWARE DIGITALS FOR CREATION OF TOPOGRAPHIC PLANS M 1: 2000*ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ DIGITALS ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ М 1:2000**Stadnikova N.V. / Стаднікова Н.В., Kolykhanin S.P. / Колиханін С.П.**Shishkalova N.Yu. / Шишкалова Н.Ю., Shargar O.M. / Шаргар О.М., Likhva A.M. / Ліхва А.М.*


<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-020>

40

DETERMINATION OF TRANSITION PARAMETERS BETWEEN MSK ODESSA AND WGS 84 USING ESRI GEOSINFORMATION TECHNOLOGIES

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕХОДУ МІЖ МСК ОДЕСА ТА WGS-84 ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПАНІЇ ESRI
Stadnikov V.V. / Стадніков В.В., Kolosyuk A.A. / Колосюк А.А.
Konstantinova O.V. / Константінова О.В., Stadnikova N.V. / Стаднікова Н.В.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-036>

45

HAZARDOUS PROPERTIES OF COAL LAYERS AND THE ACCURACY OF THEIR FORECAST ON THE ESCAPE OF VOLATILE SUBSTANCES

ОПАСНЫЕ СВОЙСТВА УГОЛЬНЫХ ШАХТОПЛАСТОВ И ТОЧНОСТЬ ИХ ПРОГНОЗА ПО ВЫХОДУ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ
Antoshchenko N.I. / Антощенко Н.И., Rudniev Ye.S. / Руднев Е.С.
Filatiev M.V. / Филатьев М.В., Brozhko R.N. / Брошко Р.Н.

Biology and ecology

Биология и экология

Біологія та екологія

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-012>

58

CALPROTECTIN CONTENT UNDER THE DEVELOPMENT OF CROHN'S DISEASE AND NONSPECIFIC ULCERATIVE COLITIS

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ КАЛЬПРОТЕКТИНУ ЗА РОЗВИТКУ ХВОРОБИ КРОНА ТА НЕСПЕЦИФІЧНОГО ВИРАЗКОВОГО КОЛІТУ
Gorelaya M. / Горелая М.В.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-013>

72

CHARACTERISTICS OF WATER USE AND VOLUME OF WASTEWATER DISCHARGE IN THE SURFACE WATER OF THE INDUSTRIAL REGION

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОБСЯГІВ СКИДАННЯ СТИЧНИХ ВОД У ПОВЕРХНЕВІ ВОДОЙМИ ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ
Koval V.V. / Коваль В.В., Rublevskaya N.I. / Рублевська Н.І., Valchuk S.I. / Вальчук С. І., Pokhmurko I.V. / Похмурко І.В.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-083>

76

MODERN ECONOMIC ACTIVITY AND ITS IMPACT ON THE STATE OF THE RIVER-BASIN SYSTEM OF THE STRYI RIVER

СУЧАСНА ГОСПОДАРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА СТАН РІЧКОВО-БАСЕЙНОВОЇ СИСТЕМИ РІЧКИ СТРИЙ
Hnativ I.R. / Гнатів І.Р.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-091>

82

ECOLOGICAL AND ECONOMIC POTENTIAL OF WATER BASINS IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AND IRRATIONAL NATURE MANAGEMENT

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДНЫХ БАСЕЙНОВ (ЭЭП) В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
Klyutenko N.A. / Клименко Н. А., Grib Y.V. / Гриб И.В., Voityshyna D.Y. / Войтышина Д.И.



Agriculture, forestry, fishery and water management

Сельское, лесное, рыбное и водное хозяйство

Сільське, лісове, рибне та водне господарство

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-022>

95

PRODUCTION OF PLANTING MATERIAL *SALIX MATSUDANA* KOIDZ. FOR PLANTATION GROWING IN THE CONDITIONS OF THE NORTH- EASTERN PART OF THE FOREST STEPPE OF UKRAINE

*ВИРОБНИЦТВО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ *SALIX MATSUDANA* KOIDZ. ДЛЯ
ПЛАНТАЦІЙНОГО ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ*

Melnyk A. V. / Мельник А. В., Tokman V. S. / Токмань В. С.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-023>

105

AGROBIOLOGICAL FEATURES OF GROWINGSELF-PROPAGATION PLANTING MATERIAL *RIBES NIGRUM* IN THE NORTHEASTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE

*АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КОРЕНЕВЛАСНОГО САДИВНОГО
МАТЕРІАЛУ *RIBES NIGRUM* В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ*

Tokman V. S. / Токмань В. С., Bilokin V. O. / Білокінь В. О.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-038>

114

INFLUENCE FRACTIONAL COMPOSITION AND TERMS OF STORAGE ON TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF SUNFLOWER SEEDS

*ВПЛИВ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ ТА ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ
ПОКАЗНИКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА*

*Yashchuk N.A. / Ящук Н.О., Volianskyi O.V. / Волянський О.В.,
Harashchuk Yu. S. / Гаращук Ю.С.*

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-077>

119

THE QUALITY OF TOMATO FRUITS OF DIFFERENT HYBRIDS

ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ПОМІДОРА РІЗНИХ ГІБРИДІВ

Zavadzka O./Завадська О.В., Pliuk N./Люк Н.А., Parkhotuk Ya. / Пархомук Я.Р.

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-078>

124

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE DURATION OF THE PRE- EMERGENCE PERIOD AND FORMATION OF WINTER TRITICAL SEEDLINGS DENSITY

*ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ТРИВАЛІСТЬ ДОСХОДОВОГО ПЕРІОДУ ТА
ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ СХОДІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО*

*Svystunova I. Свистунова І., Baranivskiy O. / Баранівський О.
Poltoretskyi S. / Полторецький С., Hudoliy L. / Худолій Л.*

<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj08-02-079>

128

FORMATION OF SILOS YIELD UNDER THE INFLUENCE OF VARIETIES AND FERTILIZERS

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СИЛОСУ ЗА ВПЛИВУ СОРТУ ТА УДОБРЕННЯ

Voitsekhivskiy V. / Войцехівський В., Denisyuk V. / Денисюк В.

Poltoretskyi S. / Полторецький С., Muliarchuk O. / Мулярчук О.,

Tagantsova M. / Таганцова М., Balitska L. / Баліцька Л., Pichenko Ya. / Ільченко Я.



**DEPENDENCE OF THE AREA OF ASSIMILATION LEAVES SURFACE AND
PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL OF MAIZE ON MACRO AND
MICROFERTILIZER NORMS**

*ЗАЛЕЖНІСТЬ ПЛОЩІ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИСТКІВ ТА
ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КУКУРУДЗИ ВІД НОРМ МАКРО- ТА
МІКРОДОБРИВА*

Ivanyshyn O.S. / Іванишин О.С.



Scientific publication

International periodic scientific journal

ScientificWorldJournal

Issue №8

Part 2

May 2021

In Bulgarian, Ukrainian, Russian and English

Included in international scientometric databases (high impact factor):
INDEXCOPERNICUS



*Academy of Economics named after D.A. Tsenov
Bulgaria jointly with SWorld*

www.sworldjournal.com

Articles published in the author's edition

**With the support of research project SWorld
www.sworld.education**



www.sworld.education

ISSN 2663-5712





www.sworldjournal.com