



International periodic scientific journal

—*ONLINE*

www.modscires.pro

Indexed in
INDEXCOPERNICUS

MODERN Scientific Researches



Issue №4
Vol.1
May 2018

With the support of:

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)

Lugansk State Medical University

Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education

Alecu Russo State University of Bălți

Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences

Odessa Research Institute of Communications

Published by:

Yolnat PE, Minsk, Belarus

UDC 08
LBC 94

Editor: candidate of technical sciences Kuprienko Sergey

Editorial board: More than 140 doctors of science. Full list on pages 3-4

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

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

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

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

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

UDC 08
LBC 94

Published by:

Yolnat PE,

Minsk, Belarus

e-mail: editor@modscires.pro

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



Editorial board:

Bukharin Irina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Grebneva Nadezhda, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Gritsenko Svetlana, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Russian

Kalenik Tatiana, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia

Knyazeva Olga, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Russian

Kuhar Elena, Doctor of Biological Sciences, Kazakhstan

Moiseykina Lyudmila, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia

Nefed'eva Elena, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Russian

Sentyabrev Nikolai, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician, Russian

Testov Boris, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Tungushbaeva Zina, Doctor of Biological Sciences, Kazakhstan

Fateeva Nadezhda, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Vozhegova Raisa, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Denisov Sergey, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia

Zhovtonog Olga, Doctor of Agricultural Sciences, Ukraine

Kostenko Vasily, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Kotliarov Vladimir, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian

Morozov Aleksey, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Patyka Nikolay, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Rebezov Maxim, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian

Tarariko Yuri, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Jiri Hlahula, Doctor of Geological-mineralogical Sciences, Professor, Czech Republic

Fedorishin Dmytro, Doctor of Geological-mineralogical Sciences, Professor, Ukraine

Animitsa Eugene, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician, Russian

Sukhova Maria, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Russia

Kokebaeva Gulzhauhar, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan

Otepova Gulfira, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan

Trigub Peter, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine

Volgireva Galina, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Russia

Antrapteva Nadezhda, Doctor of Chemistry, Professor, Academician, Soros Associate Professor, Ukraine

Bazheva Rima, Doctor of Chemistry, Professor, Russian

Grizodub Alexander, Doctor of Chemistry, Professor, Ukraine

Ermagambetov Bolat, Doctor of Chemistry, Professor, Kazakhstan

Tarasenko Larisa, Doctor of Social Sciences, Professor, Russian

Averchenkov Vladimir, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Antonov Valery, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Bykov Yuri, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Goncharuk Sergey, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Russian

Zakharov Oleg, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia

Capitanov Vasily, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine

Kalaida Vladimir, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Russian

Kovalenko Petr, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Kopey Bogdan, Doctor of Technical Sciences, Ukraine

Kosenko Nadezhda, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russia

Kruglov Valeriy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Russian

Kuderin Marat, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan

Lomotko Denis, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Lebedev Anatoly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Makarova Irina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Morozova Tatiana, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Rokochinsky Anatoly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine

Romashchenko Mikhail, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Anatoliy Pavlenko, Doctor of Technical Sciences, professor, Ukraine

Pachurin Herman, Doctor of Technical Sciences, professor, academician, Russian

Pershin Vladimir, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Piganov Mikhail, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Polyakov Andrey, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Popov Viktor, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Sementsov Georgiy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Sukhenko Youri, Doctor of Technical Sciences, professor, Ukraine

Sergey Ustenko, Doctor of Technical Sciences, associate professor, Ukraine

Habibullin Rifat, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Chervonyi Ivan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Shayko-Shaikovsky Alexander, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Shcherban Igor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russia



Maxine Victor, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine

Vizir Vadim, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine

Fedyanina Lyudmila, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian

Akhmadiev Gabdulahat, Doctor of Veterinary Science, Professor, Academician, Russian

Shevchenko Larisa, Doctor of Veterinary Science, Professor, Ukraine

Voloh Dmitry, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Georgievsky Victor, Doctor of Pharmacy, Professor, Academician, Ukraine

Gudzenko Alexander, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Tikhonov Alexander, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Shapovalov Valery, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Shapovalova Victoria, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Shapovalov Valentin, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Ryschenko Oksana, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Orlov Nikolai, Doctor of Public Administration, Associate Professor, Ukraine

Velichko Stepan, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine

Gavrilenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Gilev Gennady, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Dorofeev Andrey, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Karpova Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Nikolaeva Alla, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Sidorovich Marina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine

Smirnov Evgeny, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Fatihova Alevtina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician, Russian

Fedotova Galina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician, Russian

Hodakova Nina, Doctor of Pedagogical Sciences, Russia

Chigirinskaya Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russia

Churekova Tatyana, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Demidova V., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Mogilevskaya I., Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine

Lebedeva Larisa, Candidate of Psychology, Associate Professor, Russia

Hrebina Svetlana, Doctor of Psychology, Professor, Russian

Maltseva Anna, Doctor of Social Sciences, Associate Professor, Russia

Stegny Vasiliy, Doctor of Social Sciences, Professor, Russian

Kirillova Elena, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Blatov Igor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Russian

Kondrashov Dmitry, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Russia

Malakhov A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine

Lyalkina G., Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Academician, Russian

Vorozhbitova Alexandra, Doctor of Philology, Professor, Russian

Lytkina Larisa, Doctor of Philology Associate Professor, Russia

Popova Taisia, Doctor of Philology, Professor, Russian

Kovalenko Elena, Doctor of Philosophy, Professor, Russian

Svetlov Viktor, Doctor of Philosophy, Professor, Russian

Maydanyuk I., Doctor of Philosophy, Associate Professor, Ukraine

Lipich T., Doctor of Philosophy Associate Professor, Russia

Stovpets A., Candidate of Philosophy, Associate Professor, Ukraine

Stovpets V., Candidate of Philology, Associate Professor, Ukraine

Bezdenzhnykh Tatyana, Doctor of Economics, Professor, Russia

Granovskaya Ludmila, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine

Dorokhina Elena, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian

Klimova Natalia, Doctor of Economics, Professor, Russia

Cochinev Yuriy, Doctor of Economics, Professor, Russia

Kurmaev Petr, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine

Lapkina Inna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Pakhomov Elena, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian

Reznikov Andrey, Doctor of Economics, Professor, Russia

Savelyeva Nelly, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia

Sokolova Nadezhda, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian

Streltsova Helena, Doctor of Economics, Professor, Russia

Rilov Sergey, Candidate of Economic Sciences, Professor, Ukraine

Batyrgareeva Vladislav, Doctor of Law, Ukraine

Getman Anatoly, Doctor of Law, Professor, Academician, Ukraine

Kafarski Vladimir, Doctor of Law, Professor, Ukraine

Kirichenko Alexander, Doctor of Law, Professor, Ukraine

Stepenko Valeriy, Doctor of Law, Associate Professor, Russia

Tonkov Evgeny, Doctor of Law, Professor, Doctor of Education, Russia

Shepitko Valery, Doctor of Law, Professor, Academician, Ukraine

Shishka Roman, Doctor of Law, Professor, Ukraine

Yarovenko Vasily, Doctor of Law, Professor, Russian

Latygina Natalia, doctor of political sciences, Professor, Ukraine

Syrota Naum, Doctor of Political Sciences, Professor, Russian



Information for Authors

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.



CONTENTS / СОДЕРЖАНИЕ

TECHNICAL SCIENCE / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Machinery and Mechanical engineering Машиноведение и машиностроение

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-008> 9

ANALYSIS OF INFLUENCE OF THE DEFORMATIONS OF THE ELEMENTS OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM ON THE TREATMENT ACCURACY UNDER THE TURNING OF NON-RIGID SHAFT

АНАЛІЗ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ПРИ ТОЧЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА НЕЖЕСТКИЙ ВАЛ

Tchigirinsky Ju.L. / Чигиринский Ю.Л., Nesterenko P.S. / Нестеренко П.С.

Kozachuhnenko I.N. / Козачухненко И.Н., Smirnova E.N. / Смирнова Е.Н.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-025> 17

NUMERICAL RESEARCH OF FLOW STRUCTURE IN THE TORQUE FLOW PUMP WITH THE COMBINED WORKING PROCESS

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКА В СВОБОДНОВихРЕВОМ НАСОСЕ С КОМБИНИРОВАННЫМ РАБОЧИМ ПРОЦЕССОМ

Ranchenko V.O. / Панченко В.А.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-044> 25

MODELING OF THE POLYMERIC MATERIAL MELTING PROCESS IN THE 3D PRINTER EXTRUSION CHANNEL

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ В КАНАЛІ ЕКСТРУДЕРА 3D ПРИНТЕРА

Ivitskiy I.I. / Івіцький І.І., Solovei V.V. / Соловей В.В., Sokolskiy O.L. / Сокольський О.Л.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-045> 29

DETERMINATION OF THE OPTIMAL ANGLE FOR INTELLIGENT SENSORS INTRODUCTION IN POLYMERIC MATERIALS BY EXTRUSION METHOD

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КУТА ВВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ У РОЗПЛАВ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ЕКСТРУЗІЇ

Sivetskiy V.I. / Сівецький В.І., Ivitskiy I.I. / Івіцький І.І., Polishchuk O.V. / Поліщук О.В.

Electrical engineering, radio engineering, telecommunications, and electronics

Електротехніка, радіотехніка, телекомунікації, і електроніка

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-030> 33

METHOD SEMANTICS HIDE INFORMATION IN THE AUDIO CONTAINER

МЕТОД СЕМАНТИЧЕСКОГО СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В АУДИО КОНТЕЙНЕРЕ

Plashenkov V.V. / Плашенко В.В., Starodubtsev D.E. / Стародубцев Д.Е.

Koroleva E.V. / Королева Е.В., Kaverin O.B. / Каверин О.Б., Zuev A.N. / Зуев А.Н.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-065> 37

RESEARCH OF ELECTRICAL PROPERTIES OF AIR INTERMEDIATES

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВІТРЯНИХ ПРОМІЖКІВ

Kryvda V. I. / Кривда В. І., Kurinko D.D. / Курінько Д. Д., Maydanov D.A. / Майданов Д.О., Zubak V.V. / Зубак В.В.

Informatics, Computer Science and Automation

Информатика, вычислительная техника и автоматизация

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-026> 41

CONTROL SYSTEM OF LIFTING CRANE BASED ON FUZZY LOGIC

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМНЫМ КРАНОМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Khaliman P.A. / Халиман П.А., Chernyshev D.V. / Чернышев Д.В.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-048> 45

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF ANIMATED LECTURES ON DESCRIPTIVE GEOMETRY

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ АНІМОВАНИХ ЛЕКЦІЙ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Vasylyshyn Ia./Василишин Я.В., Vasylyshyn V./Василишин В.Я.

**Mining and geodesy****Разработка полезных ископаемых и геодезия**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-060>

48

MATHEMATICAL MODEL OF DISTRIBUTION OF PRESSURE IN THE RESERVOIR FOR AN UNLIMITED QUANTITY OF WELLS

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ТИСКУ В ПЛАСТІ ДЛЯ НЕОБМЕЖЕНОЇ КІЛЬКОСТІ СВЕРДЛОВИН

Zhuravchak V.Y. / Журавчак В.Ю., Shchepanskiy M.I. / Щепанський М.І.

Food Technology**Технологии продовольственных товаров**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-014>

53

THE DYNAMICS OF WHEAT GRAIN QUALITY OF DIFFERENT VARIETIES IN THE PROCESS OF PROLONGED STORAGE

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНИХ СОРТІВ У ПРОЦЕСІ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

Zavadzka O.V. / Zavadska O.V., Baiba T.A. / Baiba T.A.

TRANSPORT / TRANSPORT**Transport navigation****Транспортная навигация**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-010>

57

THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE WIDTH OF THE EXPOSURE OF THE CREST OF A WAVE IN A RADAR IMAGE OF A WAVE FIELD

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ШИРИНУ ЗАСВЕТКИ ГРЕБНЯ ВОЛНЫ В РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ

Shishkarev V.I. / Сичкарев В.И.

Sea transportation**Перевозки морем**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-047>

63

ORGANIZATION OF SHIP SERVICE BY MARINE AGENT

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ СУДНА МОРСКИМ АГЕНТОМ

Onyshchenko S.P. / Оницьченко С.П., Vil'shaniuk M.S. / Вильшанюк М.С.

Motor transportation**Автомобильные перевозки**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-013>

66

CHARACTERISTIC FEATURES OF THE FUNCTIONING OF TRANSPORT IN THE MODERN MARKET CONDITIONS IN RUSSIA

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА В СОВРЕМЕННЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ РОССИИ

Kulikov A.V. / Куликов А.В., Klimova A.D. / Климова А.Д., Petrukina E.N. / Петрухина Е.Н.

Rudenko A.S. / Руденко А.С., Turiashvili N. R. / Туриашвили Н.Р.

Rail transportation**Железнодорожные перевозки**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-050>

72

ANALYSIS OF OPERATING SYSTEMS OF INTERVAL REGULATION OF MOVEMENT OF TRAINS ON THE NETWORK OF RAILWAYS OF KAZAKHSTAN

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СИСТЕМ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ КАЗАХСТАНА

Orunbekov M.B. / Орунбеков М.Б.

Technical operation and repair of means of transport**Техническая эксплуатация и ремонт средств транспорта**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-004>

76

MANAGEMENT OF SHIP ENERGY INSTALLATIONS IN PREVENTION SITUATIONS

УПРАВЛЕНИЕ СУДОВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ В ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Goschenko G.G. / Дощенко Г.Г.



PHYSICS AND MATHEMATICS / ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

Physics, mechanics and astronomy
Физика, механика и астрономия

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-054> 84

RECEIVE THE FORMULA OF ENERGY OF INTERACTION OF CURRENT COILS FOR DIFFERENT CONFIGURATIONS

ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМУЛЫ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОКОВЫХ ВИТКОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ

Nadrshina Y. K./Надршина Я.К., Lapin N. I./Латин Н.И.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-055> 88

PECULIARITIES OF VIRTUAL CATHODE FORMATION IN TUBULAR ELECTRON BEAM IN CROSSED FIELDS OF COAXIAL CYLINDERS

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО КАТОДА

В ТРУБЧАТОМ ЭЛЕКТРОННОМ ПОТОКЕ В СКРЕЩЕННЫХ ПОЛЯХ КОАКСИАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ

Alikov S.A. / Аликов С.А., Shein A. G. / Шеин А. Г.

GEOLOGY / ГЕОЛОГИЯ

Geochemistry and geophysics
Геохимия и геофизика

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-001> 95

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL FACTORS AT THE GAMMA-GAMMA-DENSITE LOGGING

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЕОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПОКАЗИ ГАММА-ГАММА-ГУСТИННОГО КАРОТАЖУ

Fedoriv V.V. / Федорів В.В.

AGRICULTURE / СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Agronomy, animal husbandry and forestry
Агрономия, зоотехния и лесное хозяйство

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-003> 102

TYPOLOGICAL STRUCTURE OF FORESTS ON WATERPROOF ANNIVERSARY OF SIVERSKIY DONETS IN THE REGION OF LUGANSK REGION

ТИПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ЛІСІВ НА ВОДОЗБОРІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ НА ТЕРИТОРІЇ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Bondar O.B./ Бондар О.Б., Tkach L.I./Ткач Л.И., Zolotarova A.S./Золотарьова А.С.

Chuiikova O.O./Чуйкова О.О., Niepran A.S./Непран А.С.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-041> 110

LENGTH OF GESTATION IN BEEF COWS AND FACTORS AFFECTING IT

ТРИВАЛІСТЬ ТІЛЬНОСТІ КОРІВ М'ЯСНИХ ПОРІД ТА ФАКТОРИ, ЩО ЗУМОВЛЯЮТЬ ЇЇ ПЕРЕБІГ

Ugnivenko A.N. / Угнівенко А.М., Demchuk S.U. / Демчук С.Ю.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-059> 115

QUALITY ASSESSMENT OF BOBS AND SEEDS OF DOLICHOS

ЯКІСНА ОЦІНКА БОБІВ І НАСІННЯ ДОЛІХОСА

Bobos I.M. / Бобось І.М., Ivanicka A.P./Іваницька А.П.

Water management and land reclamation /
Водное хозяйство и мелиорация земель

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-033> 119

PROBLEMS OF IRRIGATIONAL SALINIZATION OF BLACK SOIL AND WAYS FOR THEIR SOLUTION

ПРОБЛЕМИ ІРИГАЦІЙНО ОСОЛОНЦЬОВАНОГО ЧОРНОЗЕМУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Makarova T.K./ Макарова Т.К., Borysevych M.O./Борисевич М.О.



УДК 621.941.01

**ANALYSIS OF INFLUENCE OF THE DEFORMATIONS OF THE
ELEMENTS OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM ON THE TREATMENT
ACCURACY UNDER THE TURNING OF NON-RIGID SHAFT
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ПРИ ТОЧЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА
НЕЖЕСТКИЙ ВАЛ**

Tchigirinsky Ju.L. / Чигиринский Ю.Л.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.***Nesterenko P.S. / Нестеренко П.С.***Postgraduate student / аспирант***Kozachuhnenko I.N. / Козачухненко И.Н.***Postgraduate student / аспирант***Smirnova E.N. / Смирнова Е.Н.***Postgraduate student / аспирант**Volgograd State Technical University, Volgograd, Lenin Avenue 28, 400005**Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, пр. Ленина 28,
400005*

Аннотация. В статье рассмотрен механизм формирования погрешности обработки, вызываемой деформациями элементов технологической системы при токарной обработке нежестких валов. Предложена уточненная математическая модель расчета данного вида погрешности, применение которой позволит повысить надёжность технологии на стадии проектирования технологического процесса.

Ключевые слова: токарная обработка, нежесткий вал, точность обработки, погрешность продольного профиля, деформации элементов технологической системы.

Вступление.

В процессе обработки под действием составляющих силы резания элементы технологической системы смещаются из исходного (ненагруженного) состояния, вызывая тем самым взаимное смещение инструмента и заготовки, приводящее к снижению точности выпускаемых изделий [1]. Особо следует выделить обработку деталей типа нежесткий вал, т. к. в силу малой жесткости обрабатываемых заготовок величина данного вида погрешности при их токарной обработке достигает 80 – 90% от общей погрешности обработки [2]. Принятые в технологии машиностроения формулы для расчета погрешности данного вида обладают относительно невысокой сходимостью с экспериментальными данными [3], так как носят упрощенный характер и не учитывают особенностей протекания процесса обработки. Данное обстоятельство обуславливает появление ошибки в технологии обработки ещё на стадии проектирования технологического процесса, в частности при назначении припусков на последующие финишные операции.

Основной текст

Рассмотрим процесс формирования данного вида погрешности обработки на примере обработки гладкого нежесткого вала с креплением в центрах. На рис. 1 показана схема базирования и распределение сил, действующих в



процессе обработки. В приведенной схеме не учитывается центробежная сила инерции, влияние которой на величину упругих деформаций при обработке гладкого вала незначительно [4].

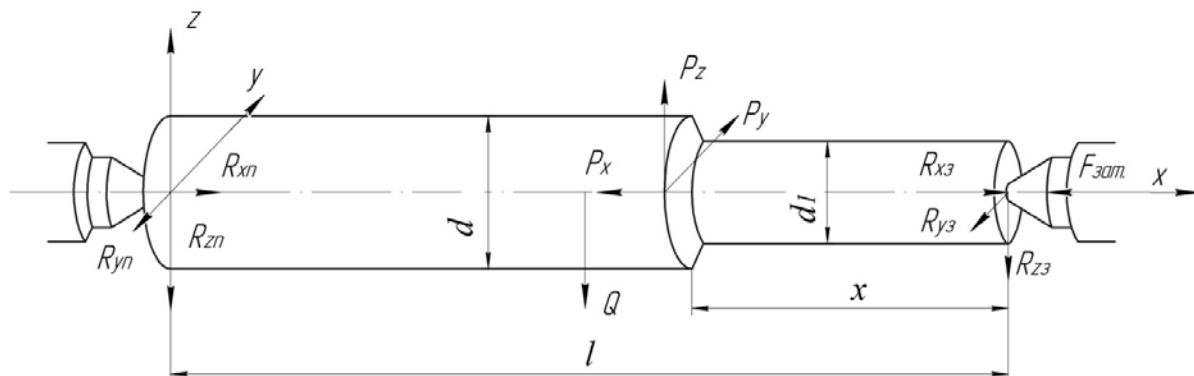


Рис. 1. Схема распределения сил, действующих в процессе обработки

Источник: [2]

Стоит отметить, что непосредственное влияние на точность обработки оказывают упругие деформации системы, обусловленные, прежде всего, действием радиальной составляющей силы резания P_Y , что же касается деформаций под действием тангенциальной составляющей P_Z и осевой составляющей P_X , то их влияние на точность обработки мало, и им можно пренебречь [2].

1. Рассмотрим изгиб оси вала под действием радиальной составляющей силы резания P_Y , считая при этом узлы станка абсолютно жесткими. Тогда, согласно принятому в технологии машиностроения выражению, величина изгиб вала y_{li} может быть определена как:

$$y_{li} = P_Y \cdot \varepsilon_{li} = P_Y \frac{x^2 \cdot (l - x)^2}{3 \cdot E \cdot I \cdot l}; \quad (1)$$

где ε_{li} - податливость заготовки в рассматриваемом сечении; E - модуль упругости второго рода; I - момент инерции вала в рассматриваемом сечении;

Выражение (1) достаточно точно отражают прогиб гладкого вала при его нагружении вне станка [3]. Механизм же возникновения прогиба в процессе обработки существенно отличается случая его статического нагружения. Так с момента начала обработки гладкий вал становится двухступенчатым с непрерывно изменяющимся соотношением длин ступеней. Тогда величина изгиб вала y_{li} может быть определена согласно энергетическому методу:

$$y_{li} = \int_0^x \frac{M_{PyI} \cdot M_{1I}}{E \cdot I_1} dx + \int_x^l \frac{M_{PyII} \cdot M_{1II}}{E \cdot I_2} dx; \quad (2)$$

где M_{PyI} - изгибающий момент от радиальной составляющей силы резания P_Y на обработанном участке; M_{1I} - изгибающий момент от единичной силы на обработанном участке; I_1 - момент инерции поперечного сечения обработанной ступени; M_{PyII} - изгибающий момент от радиальной составляющей силы резания P_Y на обрабатываемом участке; M_{1II} - изгибающий момент от единичной силы на обрабатываемом; I_2 - момент инерции поперечного сечения обрабатываемой ступени;



Исходя из расчетной схемы, приведенной на рис. 1, и после преобразований, выражение (2) примет вид:

$$y_{li} = \frac{P_Y \cdot x^3 \cdot (l-x)^2}{3 \cdot E \cdot I_1 \cdot l^2} + \frac{P_Y}{E \cdot I_2} \left[\left(\frac{l^3 - x^3}{3} \right) \cdot \left(\frac{x}{l} \right)^2 - (l^2 - x^2) \cdot \frac{x^2}{l} + (l-x) \cdot x^2 \right]; \quad (3)$$

Расчеты показали, что разница в определении величины прогиба по принятой в технологии машиностроения формуле (1) при глубине резания равной $0,25d_1$ достигает 50% по сравнению с расчетом по уточненной формуле (3). Такое соотношение на практике встречается при обработке заготовок с диаметром менее 40 мм.

2. Рассмотрим отжатия центров станка под действием радиальной составляющей силы резания P_Y . Рассматривая поведение вала, обрабатываемого на отжимающихся центрах, будем считать вал абсолютно жестким и суппорт неподатливым. По действием силы P_Y в процессе обработки центра станка упруго отжимаются, а по снятии нагрузки возвращаются в свое исходное положение (рис. 2). Так, в начальном положении резца передний центр, не испытывая нагрузки, будет находиться в покое ($y_{\Pi} = 0$), а задний центр под действием силы P_Y переместится на величину:

$$y_3 = P_Y \cdot \varepsilon_3; \quad (4)$$

где y_3 – смещение задней бабки в крайнем левом положении; ε_3 – податливость задней бабки.

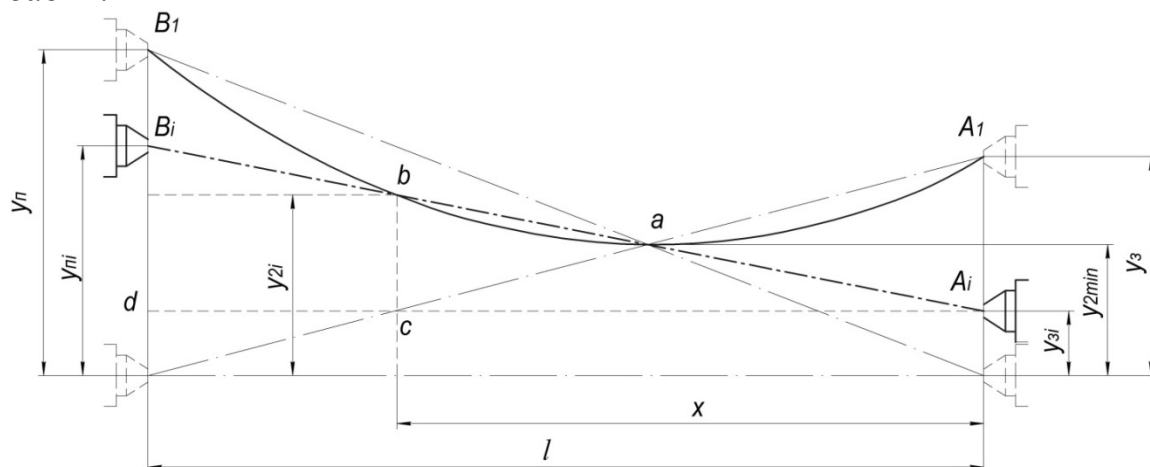


Рис. 2. Отжатие центров станка под действием силы P_Y

Источник: [2]

По мере перемещения резца к передней бабке отжатие заднего центра уменьшается до нуля, а отжатие переднего центра возрастает и достигает своего максимума при крайнем левом положении резца. Таким образом, упругие отжатия бабок вызывают непрерывные изменения положения оси вала, вследствие чего возникает погрешность обработки в виде корсетности. Кривая A_1aB_1 на рис. 2, выражает собой искаженный профиль вала. Прямая A_iB_i , соединяющая отложенные отжатия центров при расположении резца на расстоянии i от заднего центра, является осью смещенного вала в этом положении. Пересечение линии A_iB_i с осью резца дает точку b , ордината которой y_{2i} выражает собой увеличение радиуса вала в данном поперечном



сечении в следствии отжатия центров. Величина погрешности y_{2i} может быть найдена и аналитически, исходя из подобия треугольников $A_i c b$ и $A_i d B_i$:

$$\frac{x}{l} = \frac{y_{2i} - y_{3i}}{y_{Pi} - y_{3i}}; \quad (5)$$

Откуда

$$y_{2i} = \left(1 - \frac{x}{l}\right) \cdot y_{3i} + \frac{x}{l} \cdot y_{Pi}; \quad (6)$$

Так как деформация бабок прямо пропорциональна нагрузкам, то можно записать:

$$\begin{cases} y_{3i} = P_Y \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right) \cdot \varepsilon_3; \\ y_{Pi} = P_Y \cdot \frac{x}{l} \cdot \varepsilon_{II}. \end{cases} \quad (7)$$

Подставив выражения (7) в формулу (6), получим уравнение линии профиля вала:

$$y_{2i} = P_Y \cdot \left[\left(1 - \frac{x}{l}\right)^2 \cdot \varepsilon_3 + \left(\frac{x}{l}\right)^2 \cdot \varepsilon_{II} \right]; \quad (8)$$

3. Деформация суппорта под действием радиальной составляющей силы P_Y . Опыт эксплуатации отечественных и зарубежных станков показал, что податливость суппорта ε_C в случае его надлежащей сборки и исправного состояния остается практически постоянной на всей длине обработки, и при условии постоянства силы P_Y , его отжатие равно:

$$y_{3i} = P_Y \cdot \varepsilon_C; \quad (9)$$

Таким образом, деформации суппорта не вызывают появления погрешности формы обрабатываемого вала, однако вызывает увеличение его диаметра:

$$\Delta_3 = 2 \cdot y_{3i} = 2 \cdot P_Y \cdot \varepsilon_C; \quad (10)$$

При проведенном выше анализе было принято, что величина радиальной составляющей силы резания P_Y остается постоянной в процессе обработки, но в действительности, вследствие неравномерности податливости системы, изменяется глубина резания, величина которой, как известно из теории резания, оказывает непосредственное влияние на величину силы P_Y . Так, в начальный момент, когда произойдет полное врезание резца, система займет начальное деформированное положение. В дальнейшем, по ходу обработки величина деформации системы будет меняться, вследствие чего изменится и глубина резания. Изменение глубины резания в зависимости от упругих деформаций системы в общем виде можно выразить:

$$t_i = t - y_i; \quad (11)$$

где t_i — глубина резания при рассматриваемом положении резца; t — номинальная глубина резания; y_i — деформация системы при рассматриваемом положении резца.

Из теории резания металлов известно [5]:

$$P_Y = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot U^{np} \cdot K_p; \quad (12)$$



где S – подача; U – скорость резания; C_p , x_p , y_p , n_p – коэффициент и показатели степени соответственно; K_p – поправочный коэффициент.

Для выявления влияния непостоянства податливости системы на величину радиальной составляющей силы резания, примем, что физико-механические характеристики материалов заготовки и инструмента, припуск на обработку и все режимные параметры обработки, кроме глубины резания, остаются неизменными в процессе обработки. Тогда справедливо выражение:

$$P_{Yi} = C \cdot (t - y_i); \quad (13)$$

где $C = 10 \cdot C_p \cdot S^{x_p} U^{y_p} K_p = \text{const}$ – постоянная для данных условий обработки; P_{Yi} – величина радиальной составляющей резания с учетом влияния непостоянства податливости системы.

После преобразования выражение (13) примет вид:

$$P_{Yi} = \frac{P_Y}{1 + C \cdot \varepsilon_i}; \quad (14)$$

где ε_i — податливость системы в рассматриваемом положении резца.

Уравнение (14) позволяет определить величину P_Y в любой точке по длине вала в зависимости от податливости системы.

Величина податливости системы в рассматриваемом положении резца может быть определена исходя из выражений (3), (8), (10):

$$\begin{aligned} \varepsilon_i = & \frac{x^3 \cdot (l - x)^2}{3 \cdot E \cdot I_1 \cdot l^2} + \frac{1}{E \cdot I_2} \left[\left(\frac{l^3 - x^3}{3} \right) \cdot \left(\frac{x}{l} \right)^2 - (l^2 - x^2) \cdot \frac{x^2}{l} + (l - x) \cdot x^2 \right] + \\ & + \left[\left(1 - \frac{x}{l} \right)^2 \cdot \varepsilon_3 + \left(\frac{x}{l} \right)^2 \cdot \varepsilon_{II} \right] + \varepsilon_C; \end{aligned} \quad (15)$$

Окончательно формула для расчета погрешности обработки Δ_Σ , вызванной упругими деформациями элементов технологической системы при токарной обработке деталей типа нежесткий вала в центрах примет вид:

$$\begin{aligned} \Delta_\Sigma = & \frac{P_Y}{1 + C \cdot \varepsilon_i} \cdot \left\{ \frac{x^3 \cdot (l - x)^2}{3 \cdot E \cdot I_1 \cdot l^2} + \frac{1}{E \cdot I_2} \left[\left(\frac{l^3 - x^3}{3} \right) \cdot \left(\frac{x}{l} \right)^2 - (l^2 - x^2) \cdot \frac{x^2}{l} + (l - x) \cdot x^2 \right] + \right. \\ & \left. + \left[\left(1 - \frac{x}{l} \right)^2 \cdot \varepsilon_3 + \left(\frac{x}{l} \right)^2 \cdot \varepsilon_{II} \right] + \varepsilon_C \right\}; \end{aligned} \quad (16)$$

В таблице 1 и на рис. 3 представлены экспериментальные данные исследования погрешности обработки Δ_Σ , возникающей при точении вала диаметром 24,8 мм и длиной 325 мм из стали 45 на токарном станке с ЧПУ модели 16A20 Ф3 режущей пластиной T15K6 при следующих режимах резания: подача - 0,25 мм/об, глубина резания - 0,6 мм, скорость резания - 46,3 м/мин, приведенные в работе [6]. Также в табл. 1 и на рис. 3 представлены данные полученные путем расчета погрешности обработки по уточненной формуле (16) и по традиционной формуле, приведённой в источнике [7].



Таблица 1

**Экспериментальные данные и результаты расчета погрешности
обработки по теоретическим зависимостям.**

Рассматриваемое сечение x , мм	Экспериментальные данные		Расчетные данные (по традиционной формуле [7])		Расчетные данные (по уточненной формуле (16))	
	D , мм	Δ_{Σ} , мм	Δ_{Σ} , мм	Отклонение, %	Δ_{Σ} , мм	Отклонение, %
1	2	3	4	5	6	7
325	23,71	0,11	0,090	18,08	0,090	18,08
300	23,72	0,12	0,089	25,58	0,089	25,41
275	23,73	0,13	0,107	17,80	0,108	16,74
250	23,75	0,15	0,133	11,57	0,136	9,01
225	23,77	0,17	0,159	6,71	0,166	2,37
200	23,79	0,19	0,179	5,99	0,190	0,01
175	23,80	0,20	0,189	10,15	0,204	2,98
150	23,82	0,22	0,187	15,11	0,204	7,12
125	23,81	0,21	0,172	17,69	0,191	9,02
1	2	3	4	5	6	7
100	23,79	0,19	0,149	21,60	0,166	12,86
75	23,77	0,17	0,119	29,90	0,132	22,37
50	23,74	0,14	0,089	36,05	0,097	30,64
25	23,70	0,10	0,068	31,88	0,071	29,42
0	23,67	0,07	0,065	7,03	0,065	7,03

Авторская разработка

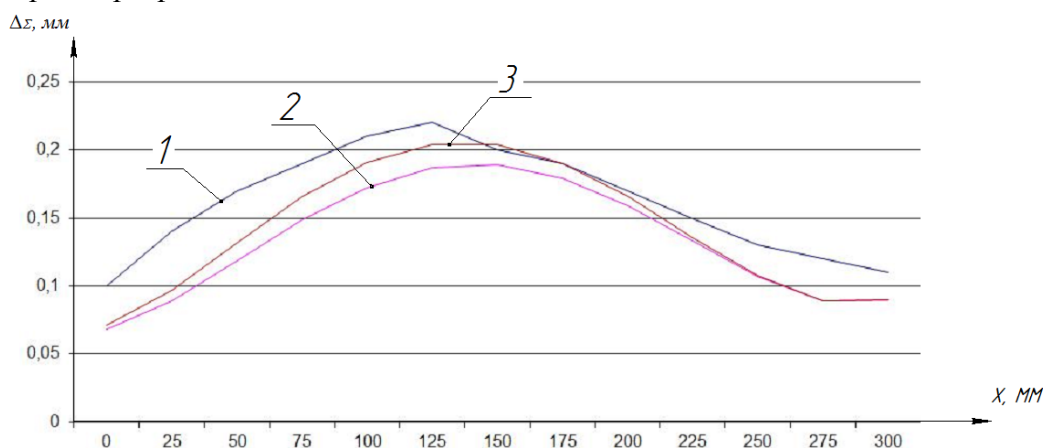


Рис. 6. Отклонение размеров обработанных валов от заданных значений: 1 – экспериментальные данные; 2 – данные по расчету по традиционной методике; 3 – данные по расчету по уточненной формуле

Авторская разработка

Значительное расхождение расчетных данных, полученных при расчете по уточненной формуле (40), с экспериментальными данными в начале процесса обработки может свидетельствовать о том, что обработка велась без достаточного предварительного поджатия заднего центра (сползание центра). Расхождение данных в конце обработки объясняется значительным износе металлорежущего инструмента по ходу обработки.

Закключение и выводы.

Анализ приведенных данных показал, что предложенная уточненная математическая модель расчета погрешности обработки, обусловленной



деформациями элементов технологической системы, обладает более высокой сходимостью результатов с экспериментальными данными по сравнению с традиционными математическими моделями, принятыми в технологии машиностроения. Использование данной математической модели позволит повысить надёжность технологии обработки на стадии проектирования технологического процесса, в частности при назначении припусков на последующие финишные операции.

Литература:

1. Перельгина Т. А., Фролова А. В. Влияние сил, действующих в технологической системе на точность обработки нежестких валов // Молодой ученый. — 2015. — №14.2. — С. 75-78.
2. Подпоркин, В. Г. Обработка нежестких деталей. — М. ; Л. : Машгиз, 1959. — 208 с.
3. Балакшин, Б. С. Адаптивное управление станками / Б. С. Балакшин. — М : Машиностроение, 1973. — 688 с.
4. Чигиринский, Ю.Л. К вопросу управления точностью продольного профиля деталей типа нежесткий вал / Ю.Л. Чигиринский, П.С. Нестеренко // Известия ВолгГТУ. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. - Волгоград, 2017. - № 5 (200). - С. 43-45.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2003, - 943 с.
6. Наблпкин А.Ю. Автоматизированная система управления формой нежестких валов при токарной обработке / А.Ю. Набилкип, С.А. Кравченко, В.П. Бирюков // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2012. №3 (34). Часть 1. С. 321-330.
7. Маталин, А. А. Технология машиностроения: учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». — Л. : Машиностроение, Ленингр. отд- ние, 1985. — 496 с., ил

Abstract. The article considers the mechanism of forming the processing error caused by deformations of the elements of the technological system during turning processing of nonrigid shafts. A refined mathematical model for calculating this type of error is proposed, the application of which will increase the reliability of the technology at the design stage of the technological process.

Key words: turning, non-rigid shaft, treatment accuracy, error of longitudinal profile, deformation of the elements of technological system.

References:

1. Perelygina T. A., Frolova A. V. Vliyanie sil, dejstvuyushchih v tekhnologicheskoy sisteme na tochnost' obrabotki nezhestkih valov // Molodoj uchenyj. — 2015. — №14.2. — S. 75-78.
2. Podporkin, V. G. Obrabotka nezhyostkih detalej. — M. ; L. : Mashgiz, 1959. — 208 s.
3. Balakshin, B. S. Adaptivnoe upravlenie stankami / B. S. Balakshin. — M : Mashinostroenie, 1973. — 688 s.
4. Tchigirinsky, J.L. K voprosu upravleniya tochnost'yu prodol'nogo profilya detalej tipa



nezhyostkij val / J.L. Tchigirinskij, P.S. Nesterenko // Izvestiya VolgGTU. Ser. Progressivnye tekhnologii v mashinostroenii. - Volgograd, 2017. - № 5 (200). - С. 43-45.

5. Spravochnik tekhnologa-mashinostroitelya. V 2-h t. T. 2/ Pod red. A.G. Kosilovoj i R.K. Meshcheryakova. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Mashinostroenie, 2003, - 943 s. \

6. Nabnypkin A.YU. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya formoj nezhyostkih valov pri tokarnoj obrabotke / A.YU. Nabilkip, S.A. Kravchenko, V.P. Biryukov // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aehrokosmicheskogo universiteta. 2012. №3 (34). Chast' 1. S. 321-330.

7. Matalin, A. A. Tekhnologiya mashinostroeniya : uchebnyk dlya mashinostroitel'nyh vuzov po special'nosti «Tekhnologiya mashinostroeniya, metallorazhreshchye stanki i instrumenty». – L. : Mashinostroenie, Leningr. otd- nie, 1985. – 496 s., il

Статья отправлена: 07.05.2018 г.

© Чигиринский Ю.Л., Нестеренко П.С., Козачухненко И.Н., Смирнова Е.Н.



УДК 621.65

**NUMERICAL RESEARCH OF FLOW STRUCTURE IN THE TORQUE
FLOW PUMP WITH THE COMBINED WORKING PROCESS
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКА В СВОБODНОВИХРЕВОМ
НАСОСЕ С КОМБИНИРОВАННЫМ РАБОЧИМ ПРОЦЕССОМ**

Panchenko V.O. / Панченко В.А.

senior lecturer / ст. преподав.

ORCID: 0000-0001-9228-4888

Sumy State University, Sumy, Rymskogo-Korsakova st. 2, 40007

Сумский Государственный Университет, Сумы, ул. Римского-Корсакова 2, 40007

Аннотация. В работе рассматривается один из видов динамических насосов – свободновихревой насос с измененной проточной частью (часть лопастей рабочего колеса выдвинута в рабочую камеру). Изложены данные об исследовании течения в проточной части такого насоса с использованием программного комплекса ANSYS. Приведены сведения о получении напорных и энергетических характеристик насоса с помощью физического эксперимента. Сделаны выводы о достаточно хорошей сходимости полученных результатов численного и физического экспериментов.

Ключевые слова: свободновихревой насос, рабочее колесо, численное исследование, подвод, отвод

Вступление. Свободновихревые насосы (СВН) являются одним из типов насосного оборудования, которые имеют простую в эксплуатации конструкцию и обеспечивают высокую надежность, долговечность и экономическую эффективность при работе их на гидросмесьях, а также при транспортировании разнообразных твердых веществ и продуктов [1]. В настоящее время известны три базовые конструкции таких насосов, отличающиеся между собой формой рабочего колеса, отвода и местом расположения колеса относительно свободной камеры: «Wemco», «Turo» і «Seka». Наибольшей экономической эффективностью (максимальным значением коэффициента полезного действия) среди указанных конструкций обладает свободновихревой насос, выполненные по схеме «Turo». Конструктивная особенность указанного насоса заключается в том, что ротор полностью отодвинут в расточку задней части корпуса. Благодаря этому перед ротором остается свободным все внутреннее пространство корпуса.

В то же время свободновихревые насосы обладают и существенным недостатком – низким уровнем экономичности (теоретически достижимый коэффициент полезного действия составляет 63 %), связано с потерями энергии на поддержание продольного вихря в свободной камере насоса. Повышение уровня к. п. д. свободновихревых насосов, таким образом, является актуальной задачей. Известны попытки повысить уровень экономичности свободновихревого насоса путем выдвижения рабочего колеса из ниши корпуса в свободновихревую камеру, что приводит к некоторому повышению напора насоса и его к. п. д., происходящему вследствие уменьшения гидравлических потерь в проточной части (частица жидкости совершает меньшее количество циклов обращения, траектория ее движения укорачивается). Недостатком



такого способа является уменьшение ширины свободной камеры, что в свою очередь ограничивает максимальный размер перекачиваемых твердых включений в жидкости. Для устранения данного противоречия был предложен способ [2], в котором было предложено выдвинуть в свободную камеру насоса лишь часть лопастей рабочего колеса, что позволило повысить напор и к. п. д. насоса практически не повлияв на максимальную крупность перекачиваемых включений. Таким образом была создана конструкция, реализующая в себе комбинированный (лопастной и вихревой) рабочий процесс и являющаяся переходной формой между известными свободновихревыми и насосами и центробежными насосами с полуоткрытым колесом.

Течение жидкости в проточной части СВН является пространственным и не поддается точному математическому описанию. Сложность рабочего процесса привела к возникновению целого ряда его гипотез и моделей.

Численное исследование структуры потока в проточной части СВН было проведено с помощью программного продукта (ПП) ANSYS Academic Research CFD 12.1.

В основу данного ПП положен метод численного решения фундаментальных законов гидромеханики [3]: уравнений движения вязкой жидкости совместно с уравнением неразрывности, что обеспечивает обоснованность применения результатов численного исследования.

Программный продукт ANSYS использует метод конечных объемов, который содержит в себе дискретизацию пространственной области с использованием расчетной сетки. Сетку применяют для построения конечных объемов, которые несут в себе свойства сохранения массы, импульса и энергии.

Для иллюстрации метода конечных объемов запишем уравнение сохранения масс, моментов и энергии в цилиндрической системе координат:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho U_j) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho U_j) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho U_j U_i) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu_{eff} \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \right),$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varphi) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho U_j \varphi) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_{eff} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right) \right) + S_\varphi.$$

Эти уравнения интегрируют по каждому контрольному объему. Для преобразования объемных интегралов, связанных с дивергенцией и градиентом операторов поверхностных интегралов, применяется теорема о дивергенции Гаусса. Если контрольные объемы не деформируются со временем, то производная по времени может быть вынесена за границу объемных интегралов, тогда система интегральных уравнений может быть дана в виде:

$$\frac{d}{dt} \int_V \rho dV + \int_S \rho U_j dn_j = 0,$$



$$\frac{d}{dt} \int_V \rho U_i dV + \int_S \rho U_j U_i dn_j = - \int_S P dn_j + \int_S \mu_{eff} \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) dn_j + \int_V S_{U_i} dV,$$

$$\frac{d}{dt} \int_V \rho \varphi dV + \int_S \rho U_j \varphi dn_j = \int_S \Gamma_{eff} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right) dn_j + \int_V S_\varphi dV.$$

Здесь V и S соответственно обозначают объемную и поверхностную области интегрирования, а dn_j является дифференциальным компонентом вектора внешней нормали к поверхности в декартовой системе координат. Интегралы по объему являются источником или набором условий, поверхностные интегралы являются суммированием потоков.

Следующий шаг числового алгоритма это дискретизация объемных и поверхностных интегралов.

Объемные интегралы дискретизируются в пределах каждого элемента сектора и накапливаются в контрольном объеме, которому принадлежит сектор. Поверхностные интегралы дискретизируются в точках интегрирования, расположенных в центре поверхности каждого сегмента внутри элемента, а потом распределяются в соседних контрольных объемах. Поскольку поверхностные интегралы являются равными и противоположными по контрольным объемам, прилегающим к точкам интегрирования, то поверхностные интегралы гарантированно будут локально консервативными.

После дискретизации объемных и поверхностных интегралов интегральные уравнения принимают вид

$$V \left(\frac{\rho - \rho^\circ}{\Delta t} \right) + \sum_{ip} \dot{m}_{ip} = 0,$$

$$V \left(\frac{\rho U_i - \rho^\circ U_i^\circ}{\Delta t} \right) + \sum_{ip} \dot{m}_{ip} (U_i)_{ip} = \sum_{ip} (P \Delta n_i)_{ip} + \sum_{ip} \left(\mu_{eff} \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \Delta n_j \right)_{ip} + \bar{S}_\varphi V,$$

$$V \left(\frac{\rho \varphi - \rho^\circ \varphi^\circ}{\Delta t} \right) + \sum_{ip} \dot{m}_{ip} \varphi_{ip} = \sum_{ip} \left(\Gamma_{eff} \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \Delta n_j \right)_{ip} + \bar{S}_\varphi V,$$

где $\dot{m}_{ip} = (\rho U_j \Delta n_j)_{ip}$, V – контрольный объем, Δt – шаг по времени, Δn_j – дискретный вектор внешней нормали к поверхности, индекс «ip» обозначает точки интегрирования, по которым осуществляется суммирование в контрольном объеме, а обозначение «°» относится к предыдущему уровню времени. В данной схеме применяется обратная схема Эйлера первого порядка.

Расчет течения был выполнен путем численного решения системы уравнений, описывающих наиболее общий случай движения жидкой среды – уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности. Моделирование турбулентных течений было выполнено с использованием уравнений Рейнольдса, для замыкания которых в данном ПП используется ряд моделей турбулентности.

Предыдущие исследования [4] свидетельствуют, что для проведения



расчета течений в свободновихревом насосе наиболее целесообразно использовать SST модель турбулентности.

Наиболее распространенными среди дифференциальных моделей турбулентности являются двухпараметрические модели, основанные на рассмотрении кинетической энергии турбулентных пульсаций k . В качестве второго уравнения в них используют уравнение переноса скорости диссипации энергии ε или уравнение удельной скорости диссипации энергии ω . Разница моделей состоит в учете влияния стенки при проведении расчета пристеночных течений. Модели турбулентности типа k - ε с высокой степенью достоверности описывают течение на отдалении от стенки, а модели типа k - ω имеют преимущество при моделировании пристеночных течений. SST модель турбулентности объединяет лучшие свойства указанных моделей, поскольку она содержит специальную функцию, отвечающую за переключение с одной модели турбулентности на другую.

Полный перечень возможностей данного ПП, положенного в его основу математического аппарата и базовых моделей гидродинамики можно найти в документации на данный ПП [5, 6], а также в значительном количестве публикаций [7, 8, 9].

Расчет был выполнен в стационарной постановке. Рабочая среда (вода при нормальных условиях) считалась несжимаемой, режим течения – турбулентным.

Математическая модель, использованная в расчетах, основывается на системе уравнений сохранения импульса и массы, и SST модели.

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = F_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\mu_{ef}}{\rho} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right];$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0;$$

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu_{ef} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + P_k - \beta^* \rho k \omega;$$

$$\frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j \omega) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu_{ef} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right) - \rho \beta \omega^2 + C d_\omega + \alpha \frac{\rho}{\mu_t} P_k.$$

При проведении численного исследования были приняты следующие допущения:

- поток на входе в расчетную область является осесимметричным;
- режим течения является установившимся;
- течение в нише корпуса за рабочим колесом не влияет на параметры основного потока в насосе и его интегральные характеристики.

Для проведения численного эксперимента с помощью программного продукта SolidWorks были созданы трехмерных жидкотельные модели рабочего колеса и корпуса насоса.

После создания жидкотельных моделей были построены расчетные сетки (рис. 1). Для рабочего колеса была построена блочно-структурированная



гексаэдрная сетка. Для корпуса насоса была построена неструктурированная тетраэдрная сетка. Вблизи твердых стенок были созданы несколько слоев призматических ячеек, что позволило увеличить разрешающую способность пристеночной области для расчета пограничного слоя. По результатам расчетов величина переменной Y^+ составляла не более 2, что подтверждает адекватность использования SST модели турбулентности. Густота расчетных сеток составляла: для рабочего колеса – 1 200 000 ячеек и 285 000 узлов, для корпуса насоса – 1 500 000 ячеек и 420 000 узлов.

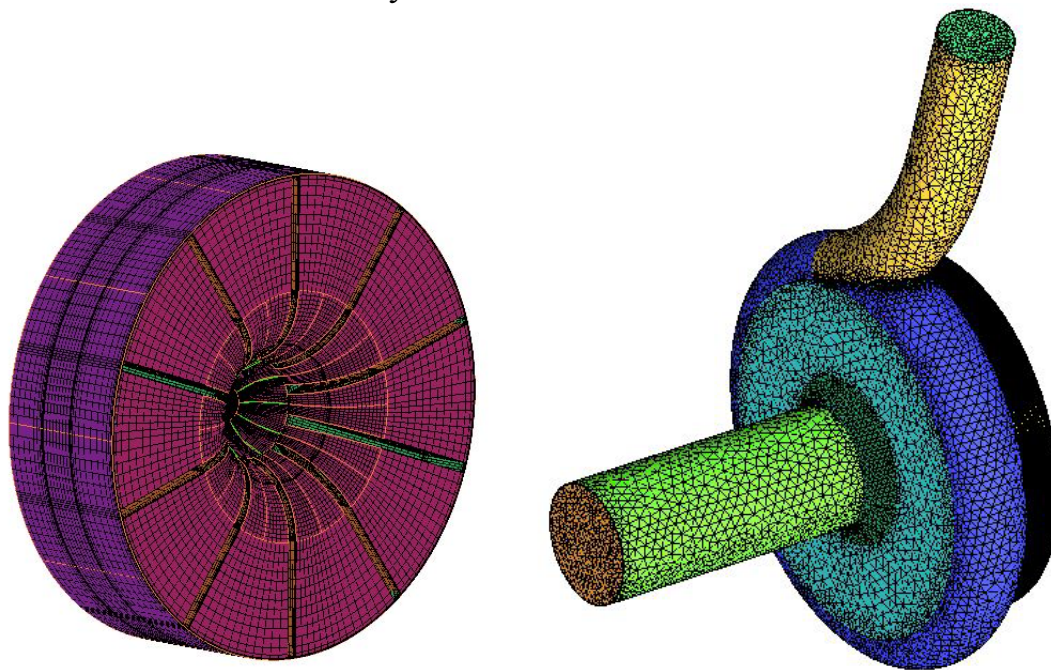


Рис. 1. Вид расчетных сеток рабочего колеса и корпуса насоса

Авторская разработка

После генерации сеток в Пре-Процессоре была создана рабочая область (РО). РО состояла из рабочего колеса и корпуса насоса, который объединяет в себе входной патрубок, свободную камеру и выходной патрубок. На входе в РО был задан массовый расход (G , кг/с). Для параметров турбулентности на входе был задан средний уровень интенсивности. На выходе из РО задавалась величина статического давления (p , МПа).

Были определены области интерфейса на границе взаимодействия роторных и статорных элементов. Тип интерфейса был указан как «frozen rotor» («замороженный ротор»), что предусматривало осреднение параметров по времени [10].

В результате численного расчета были получены мгновенные величины скоростей и давлений в каждой ячейке расчетной сетки. Для определения интегральных величин было проведено осреднение по массовому расходу.

Физический эксперимент был проведен на экспериментальном стенде, который позволял выполнять энергетические испытания свободновихревых насосов с различными рабочими колесами.

Экспериментальный насос (**рис. 2**) консольного типа с осевым подводом рабочей жидкости. Корпус насоса имеет тангенциальный выходной патрубок.



Рабочее колесо размещено в углублении корпуса. Вал насоса уплотняется сальником. Опорами вала служат подшипники качения с жидкой смазкой.

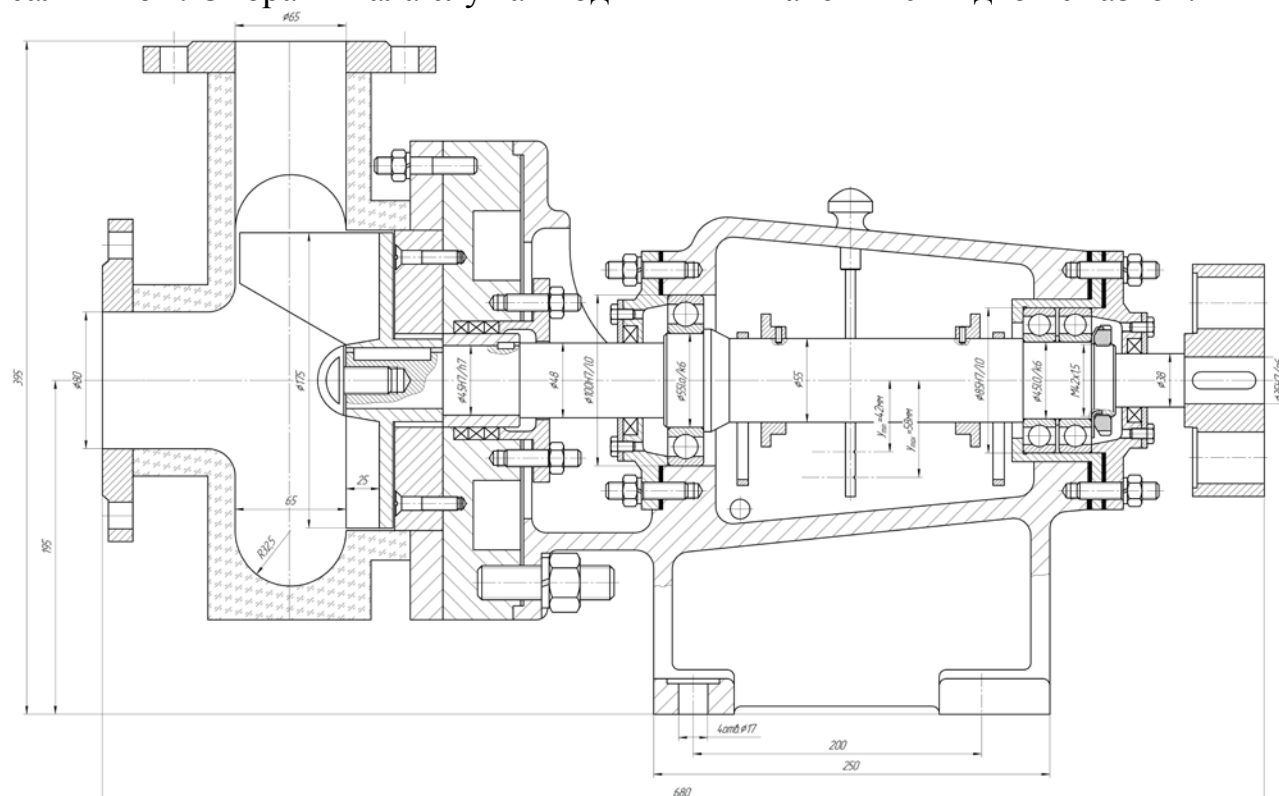


Рис. 2. Экспериментальный насос

Авторская разработка

Методика испытаний и получения напорных и энергетических характеристик свободновихревых насосов аналогична методике проведения испытаний центробежных насосов.

Заключение и выводы.

Была рассмотрена возможность применения программного комплекса ANSYS для расчета течения в проточной части свободновихревого насоса с комбинированным рабочим процессом. Сделан вывод и целесообразности применения SST модели турбулентности для проведения расчета.

На основании сравнения интегральных характеристик насоса, полученных по результатам численного исследования и по результатам исследований на экспериментальном стенде, можно констатировать наличие высокого уровня соответствия полученных характеристик. Несовпадение напора в области подач, близких к оптимальной, составляет не более 6%.

Литература:

1. Герман В. Ф. Свободновихревые насосы : учеб. Пособие / В. Ф. Герман, И. А. Ковалев, А. И. Котенко ; под общ. Ред. А. Г. Гусака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Сумы : Сумский государственный университет, 2013. – 159 с.
2. Евтушенко А. А., Моргаль А. С., Панченко В. А., Соляник В. А., Шастун В. Ф. Модернизация проточной части свободновихревого насоса типа TURO с целью использования комбинированного рабочего процесса // Вісник



східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2007. – №3(109). – С. 82-85.

3. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа : учебник для вузов / Л. Г. Лойцянский. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Наука. гл. ред. физ.- мат. лит., 1987. – 840 с.

4. Криштоп И. В. Усовершенствованное отводящее устройство свободновихревого насоса с улучшенными гидравлическими показателями: Дис. канд. техн. наук : 05.05.17 / Криштоп Игорь Владимирович. – Сумы, 2015. – 188 с.

5. ANSYS CFX-Solver Theory Guide [Электронный ресурс] // ANSYS, Inc. – 2006. – Режим доступа к электронному ресурсу: <http://product.caenet.cn/Uploadfiles/12872437250986625020081129090050986.pdf>.

6. ANSYS CFX-Solver Modeling Guide [Электронный ресурс] // ANSYS, Inc. – 2009. – Режим доступа к электронному ресурсу: <http://orange.engr.ucdavis.edu/Documentation12.0/120/CFX/xmod.pdf>.

7. Хитрых Д. ANSYS Turbo: Сквозная технология проектирования лопаточных машин / Д. Хитрых // ANSYS Solution : (русская редакция). – 2007. – № 6. – С. 31–37.

8. Хитрых Д. ANSYS Turbo: Обзор моделей турбулентности / Д. Хитрых // ANSYS Solution : (русская редакция). – 2005. – № 1. – С. 9–11.

9. Simulation of flow inside an axial-flow pump with adjustable guide vanes / [A. N. Kochevsky, S. N. Kozlov, K. M. Aye, A. Y. Schelyaev, V. N. Konshin] // Proceedings of FEDSM2005 ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting and Exhibition. – Houston, TX, USA. – 2005. – P. 412–423.

10. ANSYS CFX 11.0 Solver Theory. Release 11.0 [Электронный ресурс], 2008. – 261 p. – Режим доступа : <http://www.ansys.com>.

Abstract. The article considers one of the types of dynamic pumps used for pumping the slurries - a torque flow Turo-type pump. A design is proposed that differs from the classical one: a part of the blades is pushed into the free chamber of the pump. This change allows you to use a combined workflow and improve the efficiency of the pump. To study the structure of the flow in the flow-through part of this pump, it is proposed to use the software product ANSYS The method of numerical solution of the fundamental laws of hydromechanics is illustrated. The conclusion and expediency of application of SST model of turbulence for carrying out of calculation is made. Data on the results of calculation and physical experiment are given. Comparison of the integral characteristics of the pump, obtained from the results of a numerical study and from the results of investigations at the experimental stand, makes it possible to ascertain the presence of a high level of compliance of the characteristics obtained.

Key words: torque flow pump, impeller, numerical research, inlet, outlet.

References:

1. German V. F., Kovalev I. O., Kotenko A. I.. Svobodnovikhrevyye nasosy. – 2013. – 159 p.
2. Yevtushenko A. A., Morgal A. S., Panchenko V. A., Shastun V. F. Modernization of the flowing part of the torque flow pump type TURO for the purpose of using a combined working process in Bulletin of East-Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl, issue 3(109). – 2007 – pp. 82-85.
3. Loytsyanskiy L. G. Mechanics of liquid and gas. – 1987. – 840 p.
4. Kryshstop I. V. Improved discharge of the free-flowing pump with improved hydraulic



performance. – 2015. – 188 p.

5. ANSYS CFX-Solver Theory Guide // ANSYS, Inc. – 2006. – <http://product.caenet.cn/Uploadfiles/12872437250986625020081129090050986.pdf>.

6. ANSYS CFX-Solver Modeling Guide // ANSYS, Inc. – 2009. – <http://orange.engr.ucdavis.edu/Documentation12.0/120/CFX/xmod.pdf>.

7. Khitrykh D. ANSYS Turbo: End-to-end technology of designing blade machines // ANSYS Solution: (Russian edition) – 2007. – pp. 31-37.

8. Khitrykh D. ANSYS Turbo: Overview of turbulence models // ANSYS Solution: (Russian edition) – 2005. – pp. 9-11.

9. Simulation of flow inside an axial-flow pump with adjustable guide vanes / [A. N. Kochevsky, S. N. Kozlov, K. M. Aye, A. Y. Schelyaev, V. N. Konshin] // Proceedings of FEDSM2005 ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting and Exhibition. – Houston, TX, USA. – 2005. – P. 412–423.

10. ANSYS CFX 11.0 Solver Theory. Release 11.0 // ANSYS, Inc. 2008. – 261 p. – <http://www.ansys.com>.

Статья отправлена: 10.05.2018 г.

© Панченко В.А.



MODELING OF THE POLYMERIC MATERIAL MELTING PROCESS IN THE 3D PRINTER EXTRUSION CHANNEL

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛІ В КАНАЛІ ЕКСТРУДЕРА 3D ПРИНТЕРА

Ivitskiy I.I. / Івіцький І.І.

PhD, as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-9749-6414

Solovei V.V. / Соловей В.В.

graduate student / магістрант

Sokolskiy O.L. / Сокольський О.Л.

s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-7929-3576

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Анотація. У роботі здійснено моделювання процесу плавлення полімерного матеріалу в каналі екструдера 3D принтера з метою визначення якості проплавлення полімерного матеріалу та можливості застосування методу 3D друку для створення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів.

Ключові слова: 3D друк, 3D принтер, плавлення полімерів

Вступ. Адитивні технології на сьогоднішній є одним з найбільш перспективних шляхів розвитку галузі переробки полімерних матеріалів, який змінить не тільки способи отримання готових виробів, а й технологічні підходи до прототипування та малосерійного виробництва [1]. Процес плавлення полімерного матеріалу в каналі екструдера 3D принтера відрізняється від процесу плавлення в звичайному екструдері через відсутність шнека та відносно коротку зону плавлення.

Основний текст. Моделювання процесу плавлення полімеру в каналі екструдера 3D принтера проводиться для виявлення можливих ефектів, які можуть виникати при друці і можуть в подальшому вплинути на кінцевий результат [2] та визначення можливості застосування методу 3D друку для створення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів.

Для вирішення даної задачі моделювання, потрібно розділити задачу на дві частини:

1. Отримання температури на стінці по всій довжині каналу в екструзійній голівці;

2. Моделювання процесу плавлення полімеру в каналі екструдера.

Після моделювання першої частини задачі в програмному комплексі ANSYS, отримуємо графік розподілу температур по стінці каналу екструдера (рис. 1).

Дані з графіка, зображеного на рис. 1 використовуються в якості вихідних даних для моделювання другої частини задачі.

Моделювання проводилося для одного з найбільш розповсюджених для 3D друку матеріалів – PLA [3]. Властивості матеріалу PLA, що використовувалися

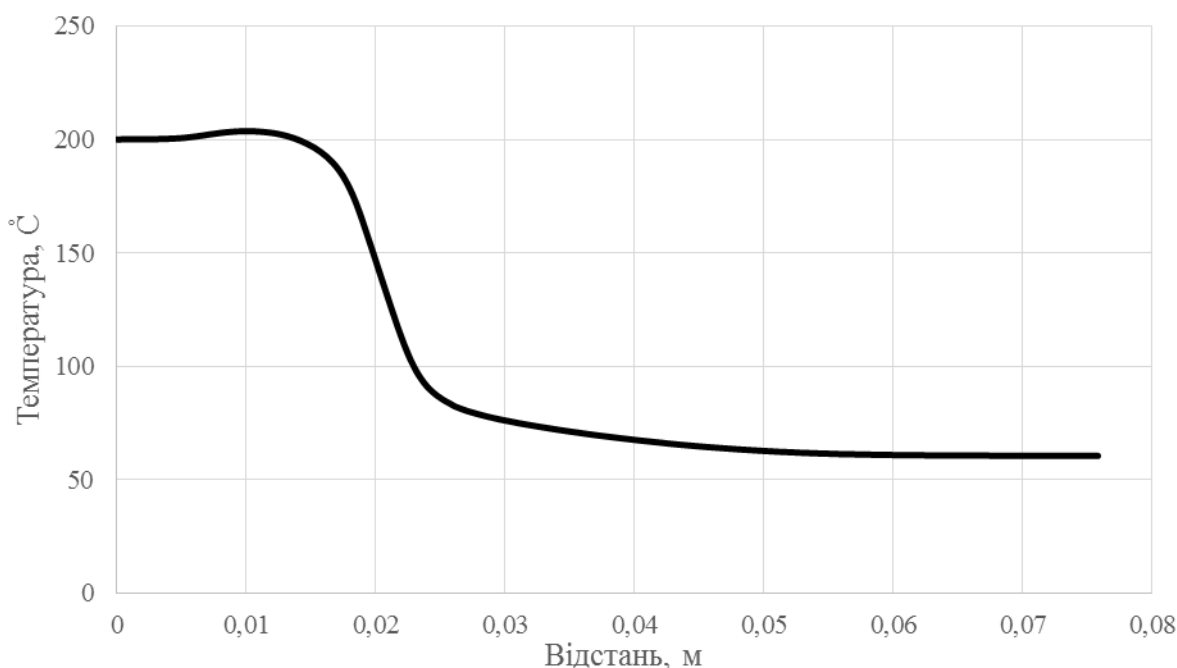


Рис. 1. Графік розподілу температур по стінці каналу екструдера

при моделюванні:

- Температура плавлення: 157.2-170 °C
- Густина: 1300 кг/м³
- Питома теплоємність: 1800 Дж/кг·K
- Теплопровідність: 0.13 Вт/м·K
- В'язкість: 2000 Па·с

В результаті моделювання отримано графік розподілу температур в розплаві полімеру на виході з каналу по перерізу півканалу, що зображено на рис. 2.

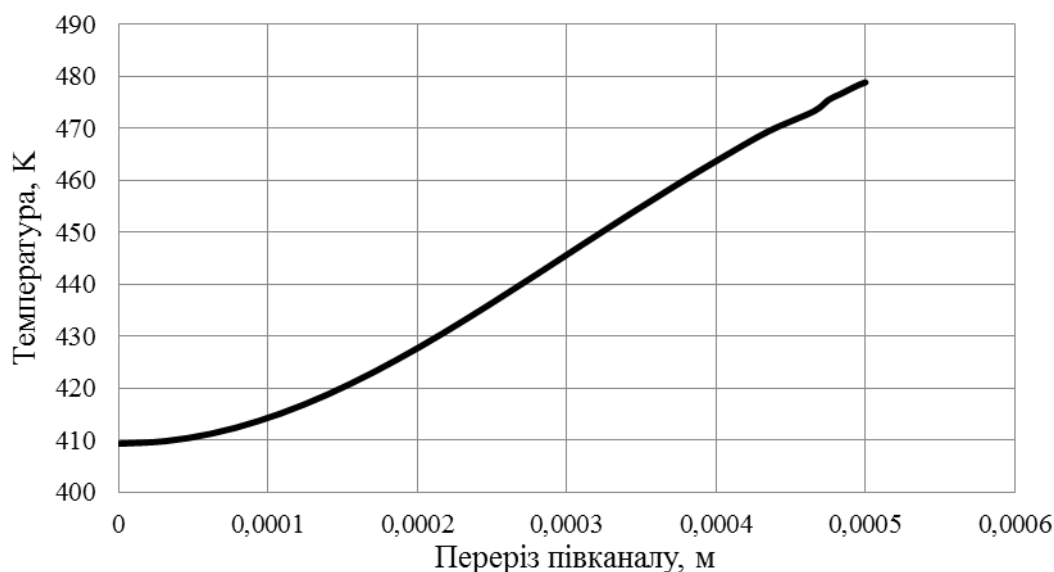


Рис. 2. Графік розподілу температур в розплаві PLA на виході з каналу

Крім того, отримано графік різниці розподілу температур в розплаві полімеру між стінкою каналу та віссю каналу, що зображено на рис. 3.

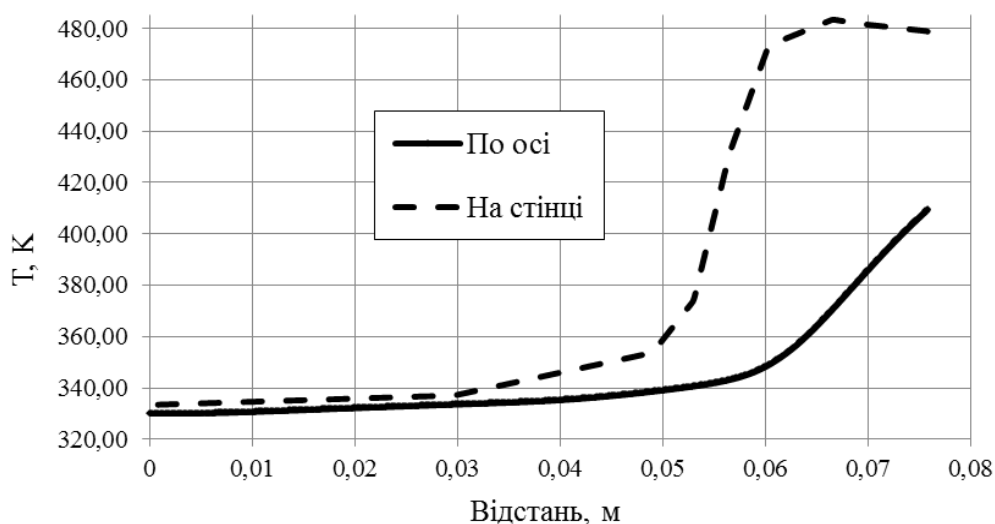


Рис. 3. Графік розподілу температур в розплаві PLA між стінкою каналу та віссю каналу

Для аналізу даних, отриманих при моделюванні, на температурному полі перерізу екструзійного каналу проведено уявну лінію розділення повністю розплавленого PLA та його напіврідкою фазою, яка знаходиться в проміжку між температурою переходу в рідину та температурою повної кристалізації.

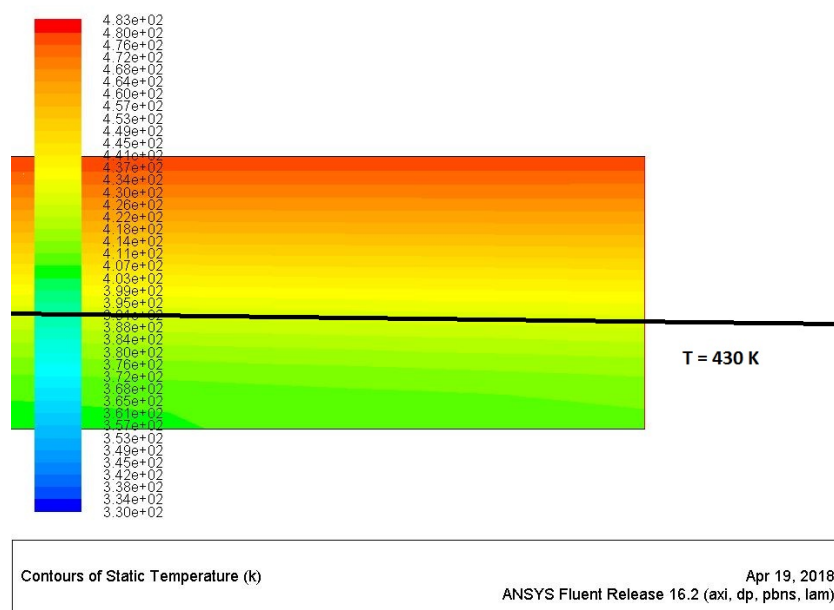


Рис. 4. Графічне зображення розподілу температур в розплаві PLA між стінкою каналу та віссю каналу з уявною лінією розділу фаз (T – температура переходу в повністю розплавлений стан)

Як видно з рис. 4, полімерний матеріал при виході з екструдера 3D принтера не проплавляється по всьому об'єму, в середині стренги залишається непроплавлене осердя. Це непроплавлення унеможливилює створення методом 3D друку виробів з інтелектуальних полімерних матеріалів в зв'язку з необхідністю введення у розплав полімеру інтелектуальних датчиків [4]. Крім того, на поверхні розподілу між полімером та стінкою екструдера можуть



виникати пристінні ефекти різної природи [5].

Питання проплавлення полімерного матеріалу по всьому об'ємі потребує вдосконалення конструкцій екструдера, адже досягти повного проплавлення матеріалу збільшенням температури неможливо через вірогідність термодеструкції полімеру.

Висновки. В результаті числового моделювання процесу плавлення полімерного матеріалу в каналі екструдера 3D принтера отримано дані, що свідчать про неповне проплавлення матеріалу по всьому об'ємі матеріалу, що потребує удосконалення конструкцій екструдерів 3D принтерів.

Література:

1. McCarthy K. Improving Rapid Prototyping Through the Installment of 3D Printers in Automotive Companies / Kelly McCarthy. – Michigan: Western Michigan University, 2012. – 29 p. – (Western Michigan University).

2. 3D Printing. A Qualitative Assessment of Applications, Recent Trends and the Technology's Future Potential / [L. Bechthold, V. Fischer, A. Hainzmaier та ін.]. – München: Center for Digital Technology and Management, 2015. – 108 p.

3. Matias E. 3D Printing: On Its Historical Evolution and the Implications for Business / E. Matias, B. Rao. // 2015 Proceedings of PICMET '15: Management of the Technology Age. – 2015.

4. Ivitskiy I. I. Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite / I. I. Ivitskiy, O. L. Sokolskiy, V. M. Kurilenko // Technology Audit and Production Reserves. — 2016. — Vol 5, N 3(31). — P. 22—26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236

5. Ivitskiy I. I. Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices / I. I. Ivitskiy, A. L. Sokolskiy, I. O. Mikulionok // Chemical and Petroleum Engineering. — 2017. — Vol 53, Issue 1-2. — P. 84—88. Doi: 10.1007/s10556-017-0299-5

Annotation. The modeling of polymer material melting process in the channel of the 3D printer extruder is carried out. The purpose of the study is to determine the quality of polymer material penetration and the possibility of using the 3D printing method to create products from intelligent polymer composite materials.

Keywords: 3D printing, 3D printer, polymer melting

References:

1. McCarthy K. (2012). Improving Rapid Prototyping Through the Installment of 3D Printers in Automotive Companies. *Michigan: Western Michigan University*, 29.

2. Bechthold L., Fischer V., Hainzmaier A. (2015). 3D Printing. A Qualitative Assessment of Applications, Recent Trends and the Technology's Future Potential. *München: Center for Digital Technology and Management*, 108.

3. Matias E., Rao B. (2015) 3D Printing: On Its Historical Evolution and the Implications for Business. *Proceedings of PICMET '15: Management of the Technology Age*.

4. Ivitskiy I. I., Sokolskiy O. L., Kurilenko V. M. (2016). Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite. *Technology Audit and Production Reserves*, Vol 5, N 3(31), 22-26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236

5. Ivitskiy I. I., Sokolskiy A. L., Mikulionok I. O. (2017). Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices. *Chemical and Petroleum Engineering*, Vol 53, Issue 1-2, 84-88. Doi: 10.1007/s10556-017-0299-5



DETERMINATION OF THE OPTIMAL ANGLE FOR INTELLIGENT SENSORS INTRODUCTION IN POLYMERIC MATERIALS BY EXTRUSION METHOD

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КУТА ВВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ У РОЗПЛАВ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ЕКСТРУЗІЇ

Sivetskiy V.I. / Сівецький В.І.

c.t.s., prof. / к.т.н., проф.

ORCID: 0000-0001-8402-0874

Ivitskiy I.I. / Івіцький І.І.

PhD, as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-9749-6414

Polishchuk O.V. / Поліщук О.В.

graduate student / магістрант

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Анотація. У роботі розглянуто питання моделювання процесу введення інтелектуальних датчиків у полімерний композиційний матеріал методом екструзії. Моделювання проводилося для різних типів полімерних матеріалів. За допомогою числового моделювання визначено оптимальний кут розташування інжекційного пристрою до основного каналу екструдера, який дозволяє здійснювати введення інтелектуальних датчиків на максимальну глибину.

Ключові слова: інтелектуальні матеріали, інтелектуальні датчики, полімерні матеріали.

Вступ. При моделюванні окремих стадій технологічного процесу формування екструзійних виробів із вживленням в них інтелектуальних датчиків (ІД), виникають складності, пов'язані з тим, що робочі канали формуючого устаткування мають різноманітну геометрію, деформаційні і теплові режими. Все це взаємно пов'язано зі зміною реологічних властивостей перероблюваного матеріалу на стадіях пластикації та формування [1].

При введенні ІД важливо досягти високої точності введення на певну глибину готового виробу. Експериментальний ітераційний підбір необхідних технологічних режимів для точного введення призводить до значного збільшення часу налаштування обладнання. Визначення технологічних параметрів при моделюванні дозволить значно зменшити час налаштування та введення у експлуатацію [2].

Основний текст. Числове моделювання процесу руху частинок у полімерному розплаві було виконано у програмному комплексі ANSYS за допомогою модуля Fluent. У роботі [3] описана подібна методика проведення моделювання введення ІД у полімерний матеріал у модулі Polyflow.

Моделювання проводилося у внутрішньому каналі формуючої головки з врахуванням пристінного ковзання [4], у який за допомогою інжекційного механізму вводилися суміш частинок з досліджуванним матеріалом в основний потік, з метою регулювання глибини занурення та відстеження частинок в полімерному розплаві.



Числові експерименти здійснювались при різних кутах нахилу інжекційного механізму, а саме: від 10° до 90° , при цьому змінювались швидкості основного екструзійного потоку і, відповідно, швидкості впорскування суміші частинок з досліджуваним матеріалом, змінювались при цьому і марки полімерних матеріалів.

На рис. 1 зображено скінченно-елементну модель формуючого каналу з розташованим під кутом до нього інжекційним пристроєм.

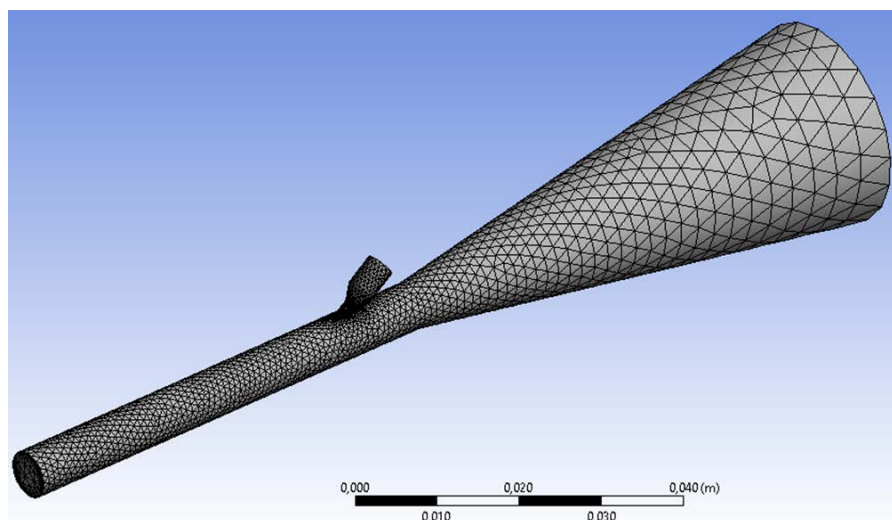


Рис. 1. Скінченно-елементна модель формуючого каналу

Кількість скінченних елементів, на які необхідно розбити дослідні об'єкти, визначалась порівнянням розрахункових швидкостей полімеру при розрахунках з різною густиною сітки. Достатньою вважалась кількість скінченних елементів, за якої величини швидкостей відрізнялись від отриманих на сітці меншої густини, не більш ніж на 1%.

При зміні куту нахилу інжекційного пристрою скінченно-елементну сітку перебудовували. Приклад побудови сітки для різного куту нахилу інжекційного каналу зображено на рис. 2.

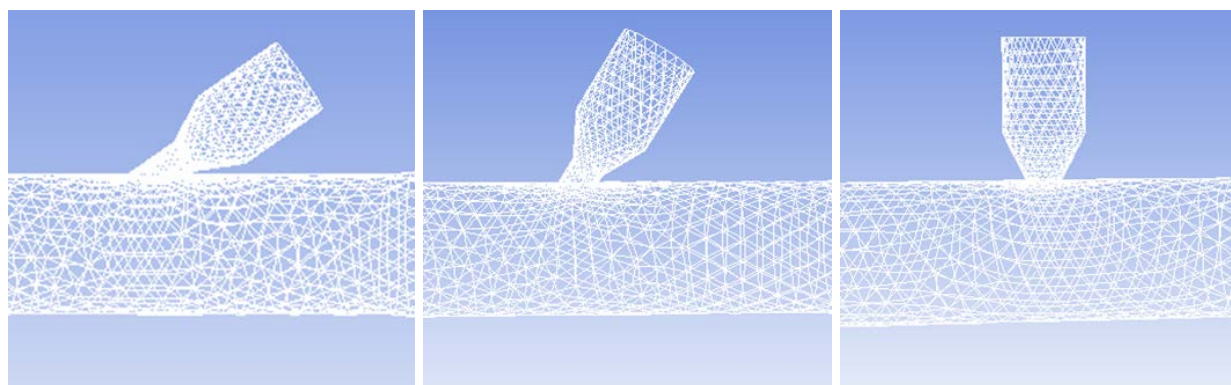


Рис. 2. Приклад побудови сітки для різного куту нахилу інжекційного каналу

З метою визначення оптимального куту нахилу інжекційного пристрою до основного каналу екструдера проведено ряд числових моделювань з різною



геометрією та різними полімерними матеріалами. Оптимальним вважався кут, за якого досягаються введення інтелектуального датчика на максимальну глибину у розплав полімерного матеріалу. Досягнення максимальної глибини введення за сталого тиску у каналі інжекційного пристрою важливе, адже створення додаткового надлишкового тиску у інжекційному пристрої створює ряд технологічних проблем. Матеріали, що використовувалися при моделюванні є найбільш широко вживаними у промисловості. Результати проведеного числового моделювання у вигляді графіку усередненої глибини занурення частинок вздовж осі формуючого каналу за різних кутів нахилу інжекційного каналу зображено на рис. 3.

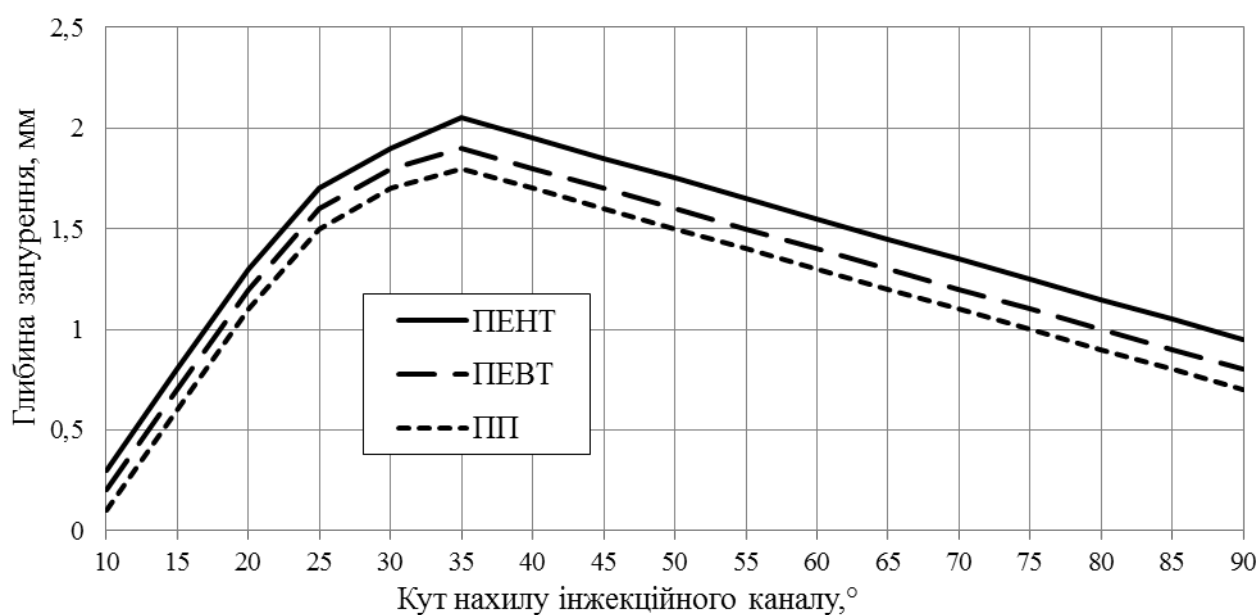


Рис. 3. Графік усередненої глибини занурення частинок вздовж осі формуючого каналу за різних кутів нахилу інжекційного каналу

Під час моделювання встановлено, що оптимальний кут нахилу інжекційного пристрою становить 35° незалежно від типу полімерного матеріалу, що використовується. Введення ІД під кутом, відмінним від оптимального призведе до зменшення глибини занурення та необхідності створення додаткового надлишкового тиску у інжекційному пристрої для досягнення необхідної глибини введення, яка при виробництві контролюється методами неруйнівного контролю [5].

Висновки. Проведене числове моделювання дозволило встановити оптимальний кут введення інтелектуальних датчиків у полімерний матеріал для ПЕНТ, ПЕВТ, ПП, який склав 35° . При проектуванні переробного обладнання для створення інтелектуальних матеріалів рекомендовано розташування інжекційного пристрою під кутом 35° до основного екструзійного каналу.

Література:

1. Сівецький В. І. Перспективи створення й використання інтелектуальних виробів із наномодифікованих полімерних композитів / В. І. Сівецький, О. Л.



Сокольський, І. І. Івіцький, В. М. Куриленко // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2017. — №1(16). — С. 7—14. Doi: 10.20535/2306-1626.1.2017.119417

2. Методи та пристрої для виготовлення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький [та ін.] // Вісник НТУ «ХПІ». Механіко-технологічні системи та комплекси. — 2016. — №4(1176). — С. 95—101.

3. Ivitskiy I. I. Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite / I. I. Ivitskiy, O. L. Sokolskiy, V. M. Kurilenko // Technology Audit and Production Reserves. — 2016. — Vol 5, N 3(31). — P. 22—26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236

4. Ivitskiy I. I. Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices / I. I. Ivitskiy, A. L. Sokolskiy, I. O. Mikulionok // Chemical and Petroleum Engineering. — 2017. — Vol 53, Issue 1-2. — P. 84—88. Doi: 10.1007/s10556-017-0299-5

5. Ivitskiy I. Modeling the Electrostatic Control Over Depth of the Introduction of Intelligent Sensors into a Polymer Composite Material / I. Ivitskiy, V. Sivetskiy, V. Bazhenov, D. Ivitska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol 1, N 5(85). — P. 4—9. Doi: 10.15587/1729-4061.2017.91659

Abstract. In this paper, we consider the modeling of the introduction process of intelligent sensors into polymer composite material by extrusion. Modeling was carried out for various types of polymer materials. With the help of numerical simulation, the optimal angle of the introduction device location to the main extruder channel is determined, which allows the input of intelligent sensors to the maximum depth.

Keywords: intelligent materials, intelligent sensors, polymer materials.

References:

1. Sivetskiy V. I., Sokolskiy O. L., Ivitskiy I. I., Kurilenko V. M. (2017). Perspektyvy stvorennia y vykorystannia intelektualnykh vyrobiv iz nanomodifikovanykh polimernykh kompozytiv. Visnyk NTUU «KPI». Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberezhennia, №1(16), 7-14. Doi: 10.20535/2306-1626.1.2017.119417

2. Sivetskiy V. I., Sokolskiy O. L., Ivitskiy I. I. (2016). Metody ta prystroi dlia vyhotovlennia vyrobiv z intelektualnykh polimernykh kompozytsiinykh materialiv. Visnyk NTU «KhPI». Mekhaniko-tekhnologichni systemy ta komplekсы, №4(1176), 95-101.

3. Ivitskiy I. I., Sokolskiy O. L., Kurilenko V. M. (2016). Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite. Technology Audit and Production Reserves, Vol 5, N 3(31), 22-26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236

4. Ivitskiy I. I., Sokolskiy A. L., Mikulionok I. O. (2017). Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices. Chemical and Petroleum Engineering, Vol 53, Issue 1-2, 84-88. Doi: 10.1007/s10556-017-0299-5

5. Ivitskiy. I., Sivetskiy. V., Bazhenov. V., Ivitska. D. (2017). Modeling the Electrostatic Control Over Depth of the Introduction of Intelligent Sensors into a Polymer Composite Material. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol 1, N 5(85), 4-9. Doi:10.15587/1729-4061.2017.91659



УДК 004.056.55

**METHOD SEMANTICS HIDE INFORMATION IN THE AUDIO
CONTAINER****МЕТОД СЕМАНТИЧЕСКОГО СОКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В АУДИО
КОНТЕЙНЕРЕ****Plashenkov V.V. / Плашенков В.В.***d.m.s., prof. / д.в.н., проф.***Starodubtsev D.E. / Стародубцев Д.Е.***sen.teacher / ст.препод.***Koroleva E.V. / Королева Е.В.***c.t.s. / к.т.н.***Kaverin O.B. / Каверин О.Б.***c.f.s. / к.ф.н.*

SPIN: 2176-192

Zuev A.N. / Зуев А.Н.*c.t.s. / к.т.н.*

Cherepovets State University,

Russia, Vologodskaya obl., Cherepovets, Sovetsky prosp., 8, 162600

Череповецкий государственный университет,

Россия, Вологодская обл., Череповец, Советский просп. 8, 162600

Аннотация. В статье рассматривается метод семантического сокрытия информации в аудио контейнере, позволяющий распознать попытки несанкционированного доступа к находящемуся в контейнере сообщению. Представлен алгоритм стеганографического преобразования. Актуальность представленной статьи заключается в том, что во всех отраслях деятельности человека вопросу информационной безопасности отводится первостепенное значение.

Ключевые слова: метод семантического сокрытия, аудио контейнер, преобразование информации, контроль несанкционированного доступа к сообщению.

В условиях рыночных отношений конкуренция представляет собой один из основных стимулов развития экономики. Конкуренция порождает конфиденциальную информацию внутри субъектов рынка, что влечет необходимость ее защиты от обнаружения ее носителей. Иными словами, появляется необходимость применения на практике стеганографических методов. В настоящее время ведутся исследования и разработки методов маскировки сигналов, содержащих конфиденциальную информацию, на основе применения аудиоданных в интересах сокрытия необходимых сведений. Проведя сравнительный анализ применяемых в настоящее время аудио форматов, можно выделить существенные преимущества формата MIDI [1, с.85]:

- возможность воспроизведения всеми цифровыми устройствами;
- многоканальное хранение звуковой информации, позволяющее осуществить многоуровневое сокрытие полезных данных с возможностью внедрения дезинформации;
- простая программная и аппаратная реализация чтения, записи и редактирования скрытой информации.



Вербальная постановка задачи.

Для данных формата MIDI необходимо разработать метод сокрытия информации, позволяющего обеспечить большую или равную пропускную способность формируемого контейнера по сравнению исходной подбираемого готового контейнера с применением существующих методов в заданном формате. Метод должен обладать лучшей производительностью по сравнению с существующими аналогами.

Методика решения.

Суть предлагаемого метода заключается в преобразовании исходного сообщения в аудио контейнер. Такое преобразование осуществляется интерпретацией в виде мелодической последовательности двоичного потока сообщения. На рис. 1 представлен алгоритм, реализующий указанное преобразование MIDI-файла.

Алгоритм иллюстрирует процедуру интерпретации двоичного потока сообщения в формате MIDI-файла. Ключ пользователя должен содержать [3]:

- матрицу инцидентности сети кодирования (T);
- вероятности отношений между состояниями сети кодирования (P_m);
- число состояний сети, используемое в одном раунде кодирования (n);
- длительность каждого состояния сети в одном раунде кодирования (d_n).

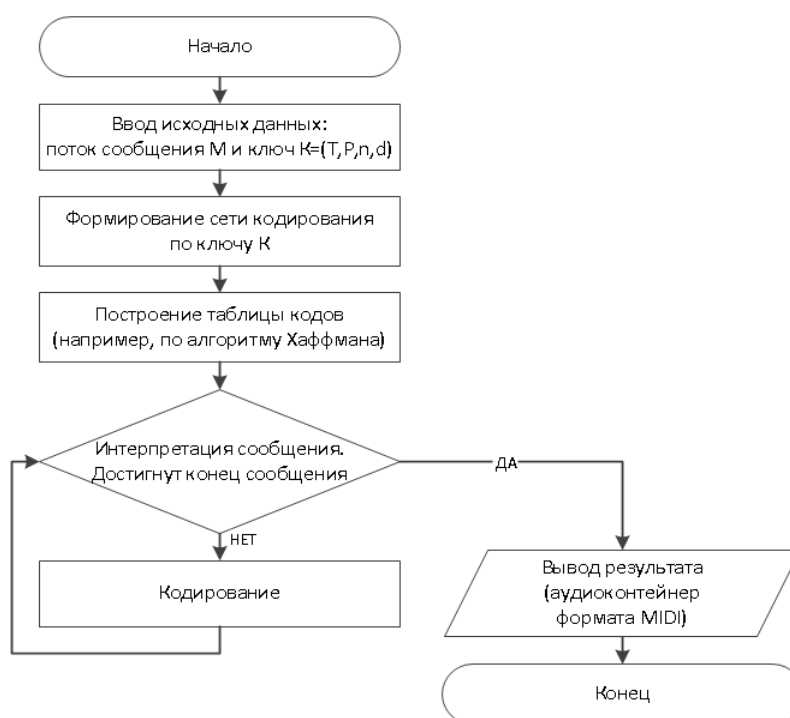


Рис. 1. Блок-схема алгоритма преобразования исходного сообщения в аудио контейнер.

На основании данных ключа формируется сеть кодирования, строится таблица вероятностей мелодических последовательностей, осуществляется преобразование сообщения в мелодический контейнер, который сохраняется в файле формата MIDI. Однако, недостаточно использование только лишь переходных вероятностей, определяемых ключом кодирования. Требуется



вычисление стационарных вероятностей обращения к оценке состояния в некоторый момент времени:

1. Определение полной вероятности по соотношению:

$$P_1 + P_2 + P_j + \dots + P_m = 1;$$

2. Определение стационарных вероятностей состояний сети по соотношению:

$$p_i = P_1 p_1 + P_2 p_2 + P_j p_i + \dots + P_m p_n,$$

где n – число состояний сети, определяемое ключом;

m – число отношений, определяемое ключом;

$P_{j=[1,m]}$ – вероятности переходов в состояния n , определяемые ключом;

$P_{i=[1,n]}$ – стационарные вероятности состояний сети.

На рис. 2 представлена диаграмма пропускной способности методов сокрытия информации в файлах формата MIDI. Исходными данными являются данные, полученные при сокрытии одного и того же сообщения в одинаковом контейнере тремя различными методами и его преобразованием в мелодический контейнер предлагаемым выше методом. Диаграмма наглядно демонстрирует, что пропускная способность рассматриваемого метода (столбец с волнистой заливкой) выше на 18% по сравнению с тремя существующими методами сокрытия в формате MIDI.

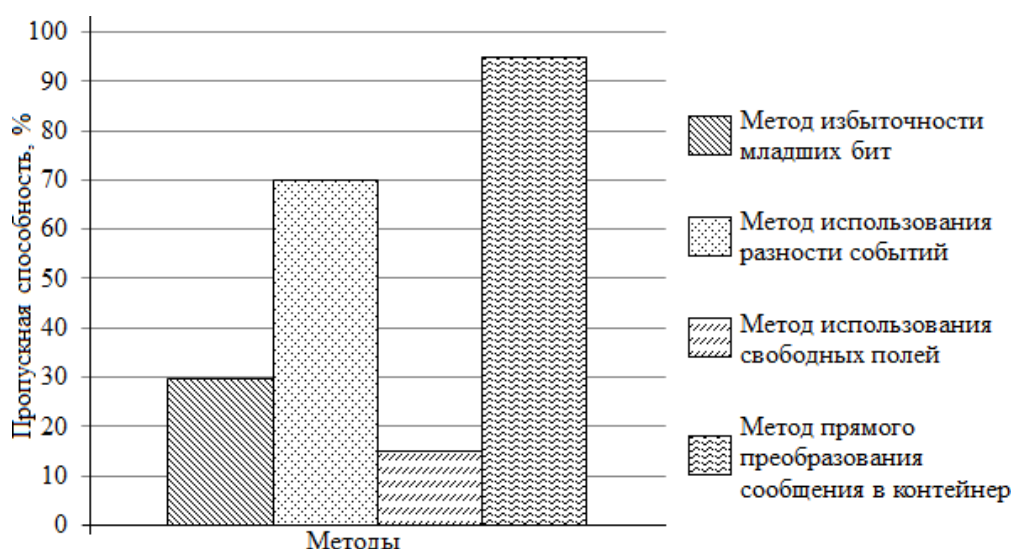


Рис. 2. Диаграмма пропускной способности методов сокрытия информации в MIDI-контейнере.

Предлагаемый алгоритм, согласно классификации методов внедрения информации [2, с.53], реализует гибридный метод, преобразующий исходное сообщение в контейнер путём иной интерпретации двоичного потока сообщения. Под иной интерпретацией следует понимать совпадение неизменных блоков двоичного потока сообщения с блоками мелодического контейнера.

Выводы.

Рассматриваемый в статье метод позволяет:

- рассматривать формируемый контейнер и скрываемое сообщение как



единое целое;

- обеспечить устойчивость контейнера к статистическим стегоатакам;
- предоставить возможность формирования многоканального контейнера;
- увеличить пропускную способность контейнера более чем на 18%;
- создать контейнер необходимой информационной ёмкости.

Литература:

1. Аленин А.А., Алексеев А.П. Исследование методов обнаружения вложений в звуковых файлах формата WAV // Безопасность информационных технологий, 2011.-С. 51-56.
2. Алексеев А.П., Аленин А.А. Методы внедрения информации в звуковые файлы формата MIDI // Инфокоммуникационные технологии. 2011.- Т. 9. С. 84-89.
3. Стародубцев Д.Е., Плашенков В.В. Метод стеганографического преобразования информации в гибридный звуковой контейнер // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2015 г. – С. 29-32.

Abstract. The article deals with the method of semantic concealment of information in an audio container, which makes it possible to recognize attempts to unauthorized access to a message in a container. The algorithm of steganographic transformation is presented. The relevance of the presented article is that in all branches of human activity the issue of information security is given the paramount importance.

Key words: method of semantic concealment, audio container, information transformation, control of unauthorized access to the message.

References:

1. Alenin A.A., Alekseev A.P. (2011). Issledovanie metodov obnaruzheniia vlozheniy v zvukovykh failakh formata WAV [Investigation of methods for detecting attachments in WAV audio files] in *Bezopasnost informatcionnykh tekhnologiy* [Information Security], pp. 51-56
2. Alekseev A.P., Alenin A.A. (2011). Metody vnedreniia informacii v zvukovye faily formata MIDI [Methods for introducing information into MIDI sound files] in *Infokommunikatsionnye tekhnologii* [Infocommunication technologies], vol.1, pp. 84-89
3. Starodubtcev D.E., Plashenkov V.V. Metod steganograficheskogo preobrazovaniya informacii v gibridniy zvukovoy konteiner [The method of steganographic transformation of information into a hybrid sound container] in *Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii* [Vestnik Cherepovets State University], pp. 29-32



УДК 537.52

**RESEARCH OF ELECTRICAL PROPERTIES OF AIR INTERMEDIATES
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВІТРЯНИХ ПРОМІЖКІВ****Kryvda V. I. / Кривда В. І.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-6647-1049

SPIN: 6488-1400

Kurinko D.D. / Курінько Д. Д.*Student / студент*

ORCID: 0000-0001-8304-3257

Maydanov D.A. / Майданов Д.О.*Student / студент*

ORCID: 0000-0001-7949-010X

Zubak V.V. / Зубак В.В.*Student / студент*

ORCID: 0000-0002-6981-645X

Odessa National Polytechnic University, Odessa, Shevchenko ave., 1, 65044

Одеський національний політехнічний університет, Одеса, просп. Шевченка 1, 65044

Анотація. В роботі досліджуються результати експериментів, які було проведено з метою визначення залежності напруги пробою від атмосферних умов і форми електродів. Складено математичну залежність, яка визначає напругу пробою за умови відомих значень атмосферних параметрів.

Ключові слова: повітряні проміжки, дослідження, пробій, параметри.

Вступ. Зменшення габаритних розмірів електроустановок є однією з пріоритетних задач сьогодення в галузі дослідження високовольтичних ізоляційних конструкцій [1,2]. В першу чергу це пов'язано з тим, що вони викликають часткові розряди, та прискорюють старіння електричної ізоляції, що з роками призводить до повного чи часткового пробою ізоляції. Загалом, ще не сформований загальний підхід до визначення терміну служби електроізоляційної конструкції на основі вивчення взаємодії з вимірними характеристиками розряду [3]. Таким чином, вивчення розрядних явищ в повітряних проміжках при атмосферному тиску, температурі і вологості є досі актуальним.

Об'єкт дослідження. Електричний розряд, що розвивається в умовах однорідного і неоднорідного полів в повітряних проміжках в межах 0,5 - 6 см. Експерименти проводилися на протязі року в лабораторних умовах: атмосферний тиск 740 - 775 мм, температура 24 - 27°C, вологість 40 - 50%.

Дослідна установка. В якості апарату, що дозволяє отримувати регульовану високу напругу промислової частоти до 50 кВ або випрямлену напругу до 70 кВ була використана кенотронна установка.

Аналітичний розрахунок напруги пробою повітряного проміжку.

Аналіз отриманих експериментальних даних дав змогу виявити залежність напруги пробою від форми та відстані між електродами, а також виведені відповідні коефіцієнти, які необхідні для аналітичного розрахунку напруги пробою. Математичний розв'язок поставленої проблеми знайшов відображення



в математичній залежності, яка дозволяє визначати напругу пробую повітряного проміжку в залежності від атмосферних умов та факторів.

Пропонується аналітичним методом визначати напругу пробую за формулою

$$U = (10la + 4\beta)\psi, \text{ кВ}, \quad (1)$$

де l - відстань між електродами, см;

a - коефіцієнт форми електродів, який пропонується визначати за таблицею 1;

β - коефіцієнт форми електродів, який визначається з таблиці 2;

ψ - відносна щільність повітря, розраховується так

$$\psi = \frac{\left(\frac{P}{P_0}\right) \cdot \left(\frac{T_0 + 20}{T_0 + T}\right)}{\lambda^y}, \text{ о.е.}, \quad (2)$$

де P - тиск в умовах дослідів, мм. рт. ст.;

T - температура в умовах дослідів, °C;

P_0 - початкове значення тиску, яке приймається рівним 760 мм. рт. ст.;

T_0 - початкове значення температури, приймається 273 К;

λ - коефіцієнт, що залежить від вологості повітря, та визначається з рисунка 2;

y - коефіцієнт, який залежить від відстані між електродами, визначається з рисунка 3.

Таблиця 1

Визначення коефіцієнта a форми електродів

Анод \ Катод	Стержень	Площина	Куля
Стержень	1,08	1,66	2
Площина	0,76	1,33	1,8
Куля	0,95	1,5	2,76

Авторська розробка

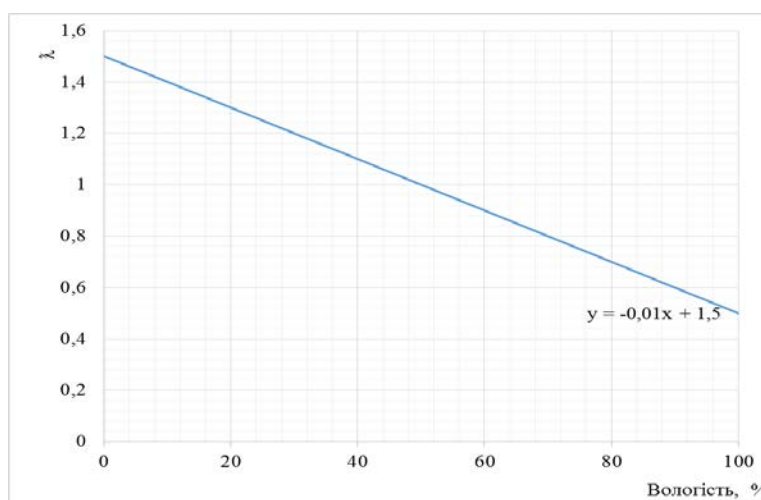


Рис.1. Залежність коефіцієнта λ від вологості

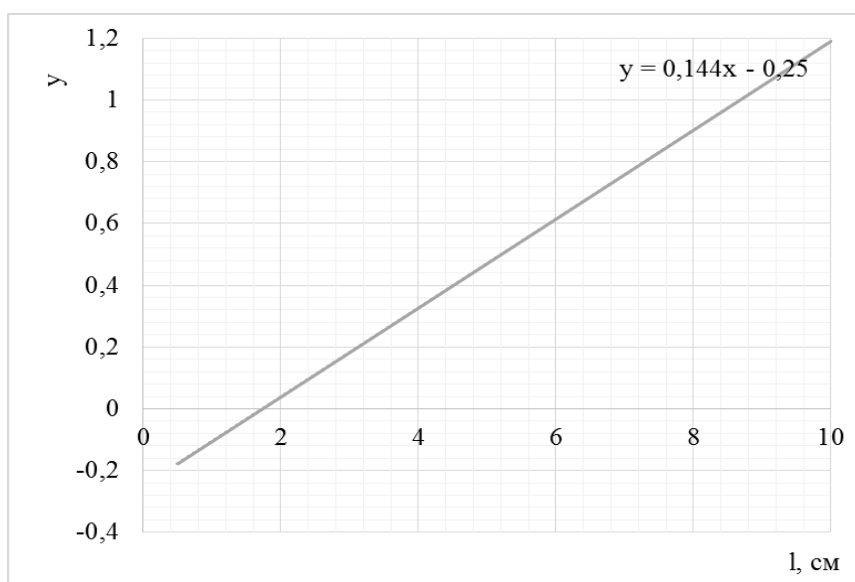


Таблиця 2

Визначення коефіцієнта β форми електродів

Анод \ Катод	Стержень	Площина	Куля
Стержень	1,165	0,515	0,1
Площина	1,11	1,69	1,3
Куля	1,32	2,4	1,41

Авторська розробка

Рис.2. Залежність коефіцієнта y від відстані між електродами

Похибка розрахунків, визначається як

$$\delta = \frac{U_p - U_{\text{екс}}}{U_p} \cdot 100, \% \quad (3)$$

де U_p - розрахункова напруга, яка визначається за формулою (1);

$U_{\text{екс}}$ - напруга отримана експериментальним шляхом, кВ.

Висновки. Дана методика розрахунку напруги пробую є не зовсім ідеальною. Це насамперед пов'язано з тим, що на початковому етапі аналітичних розрахунків не враховується розмір електродів, що дещо впливає на розрахунок напруги пробую. В подальшому передбачається вдосконалення методики визначення напруги пробую з врахуванням вказаних недоліків. Аналіз графіків залежностей напруги пробую від відстані між електродами показує, що найменша похибка розрахунків, незалежно від типу електродів, спостерігається при відстані 1,5 – 3,5 см, при різних значеннях атмосферного тиску.

Отже, запропонована методика розрахунку може бути використана в подальших роботах для її удосконалення, а також в навчальному процесі при вивченні зовнішньої ізоляції та проведенні лабораторних робіт.

**Література:**

1. Murooka, Y. Nanosecond Surface Discharge and Charge Density Evaluation. Part I: Review and Experiments / Y. Murooka, T. Takada, K. Hidaka // IEEE Elect. Insul. Mag. – 2001. – Vol. 17, № 2. – P. 6-16.
2. Merbahi, N. Electric and Spectroscopic Analysis of Surface Corona Discharges in Ambient Air and Comparison With Volume Corona Discharges / N. Merbahi, M. Yousfi, J.P. Gardou // IEEE Trans. Plasma Sci. – 2012. – Vol. 40, № 4.
3. Gupta, D.K. Theory of step on leading edge of negative corona current pulse / D.K. Gupta, S. Mahajan, P.I. John // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2000. – Vol. 33. – P. 681-691.

Abstract. Reducing the dimensions of electrical installations is an urgent task of the present. It is suggested by analytical method to determine the stresses of bursts. The results of practical experiments, which were conducted to determine the dependence of breakdown voltage on atmospheric conditions and form of electrodes, are investigated. A mathematical dependence is created which determines the breakdown voltage under the condition of known values of atmospheric parameters.

Key words: *airspeed, research, breakdown, parameters.*

References:

1. Murooka, Y. (2001) Nanosecond Surface Discharge and Charge Density Evaluation. Part I: Review and Experiments / Y. Murooka, T. Takada, K. Hidaka // IEEE Elect. Insul. Mag., Vol. 17, № 2. , P. 6-16.
2. Merbahi, N. (2012) Electric and Spectroscopic Analysis of Surface Corona Discharges in Ambient Air and Comparison With Volume Corona Discharges / N. Merbahi, M. Yousfi, J.P. Gardou // IEEE Trans. Plasma Sci., Vol. 40, № 4.
3. Gupta, D.K. (2000) Theory of step on leading edge of negative corona current pulse / D.K. Gupta, S. Mahajan, P.I. John // J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 33, P. 681-691.

Статья отправлена: 14.05.2018 г.

© Кривда В. І., Куринько Д. Д., Майданов Д. А., Зубак В. В.



УДК 681.5.01:658.5

CONTROL SYSTEM OF LIFTING CRANE BASED ON FUZZY LOGIC СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМНЫМ КРАНОМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Khaliman P.A. / Халиман П.А.

master /магистр

Chernyshev D.V. / Чернышев Д.В.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

Аннотация. В работе рассматривается проблема управления подъемным краном, метод ее решения, управление с использованием нечеткой логики.

Ключевые слова: подъемный кран, нечеткая логика, козловой кран, управление.

Подъемный кран является один из самых распространенных во многих отраслях производства. Производительность крана определяет эффективность работы всего комплекса производства. Возникающая проблема при работе крана – раскачивание груза при его перевозки в заданное место. Существует несколько способов решения данной проблемы. Одним из более распространенных [1], является, релейное управление. Эффективность такого управления зависит от начальных приближений и числа интервалов релейного управления. По этому важно найти новые методы управления, которые увеличат скорость, и уменьшат колебания груза при доставке его в заданное место.

Предлагается применить нечеткую логику в системе, которая позволит уменьшить колебания при транспортировки груза.

Одной из существующих проблем подъемного крана является колебание груза при его транспортировки в указанное место.

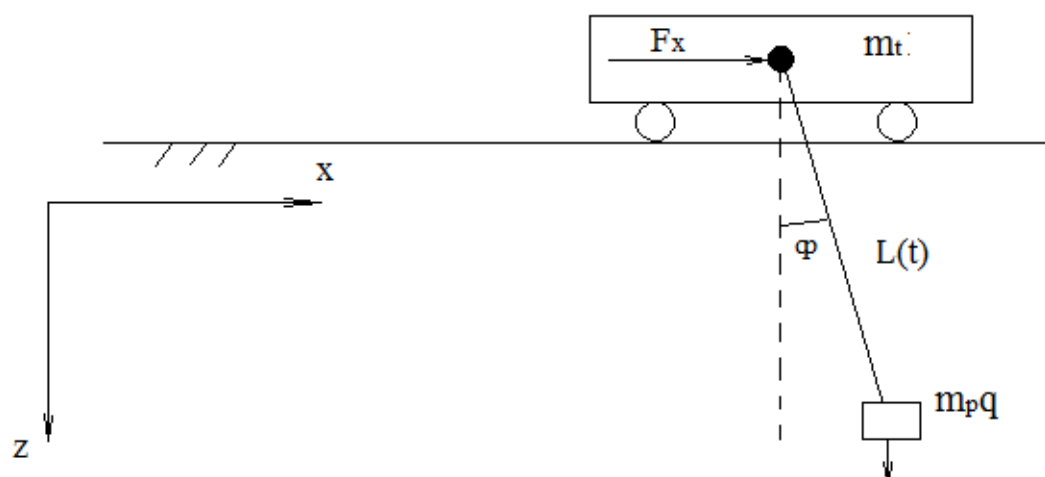


Рис.1. Системы координат механизма подъемного крана

Подъемный кран состоит из вагонетки m_t которая во время транспортировки груза перемещается по рельсам, $L(t)$ – кабель который соединен с вагонеткой для транспортировки груза и m_p – груз присоединенный



к кабелю [1]. Работа крана в динамике при подъеме груза и с учетом ряда допущений описывается матрицами:

$$[A] = \begin{bmatrix} m_p + m_t & m_p l \cos(\phi) & m_p \sin(\phi) \\ \cos(\phi) & l & 0 \\ m_p \sin(\phi) & 0 & m_p \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$[B] = \begin{bmatrix} 2m_p l' \phi' \cos(\phi) - m_p \phi'^2 \sin(\phi) \\ 2l' \phi' + g \sin(\phi) \\ -m_p l' \phi' \sin(\phi) - m_p g \cos(\phi) \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[C] = \begin{bmatrix} F_x \\ 0 \\ F_t \end{bmatrix} \quad (3)$$

Краткий обзор контроллеров. Для управления системой (рис. 1) применяются два вида контроллеров. К первому относятся классические PID-контроллеры, применяемые в замкнутых системах, а также контроллеры Bang - bang и bang – off - bang, применяемые как в замкнутых, так и в разомкнутых системах [1]. Ко второму виду отнесем большое многообразие контроллеров, использующих принципы искусственного интеллекта, такие как экспертные системы, нейронные цепи и нечеткую логику [2-5].

Управление на основе нечеткой логики (Fuzzy Logic). Одним из ключевых вопросов построения контроллера с использованием принципов нечеткой логики является выбор функций принадлежности. Воспользуемся рекомендациями [2], где предлагается использовать семь функций для описания каждого из двух входов и выхода контроллера: NB - отрицательный большой; NM - отрицательный средний; NS - отрицательный маленький; Z - нуль; PS - положительный маленький; PM - положительный средний; PB - положительный большой (N - negative; B - big; M - medium; S - small; Z - zero; P - positive).

Таблица 1

**Поиск обычного нечеткого логического диспетчера
для угла колебания подъемного крана при движении**

$\phi / d\phi/dt$	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
0	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
NB	PB	PB	PM	PM	PS	PS	Z
NM	PB	PM	PM	PS	PS	Z	NS
NS	PM	PM	PS	PS	Z	NS	NS
Z	PM	PS	PS	Z	NS	NS	NM
PS	PS	PS	Z	NS	NS	NM	NM
PM	PS	Z	NS	NS	NM	NM	NB
PB	Z	NS	NS	NM	NM	NB	NB

Входные величины описывают переменные, имеющие место при отклонении груза от вертикали. Выбрав Гауссову форму распределения



(рисунок 2), можно получить вид поверхности управления. Как видно из рисунка 3, поверхность управления является плоской при двух значениях углов.

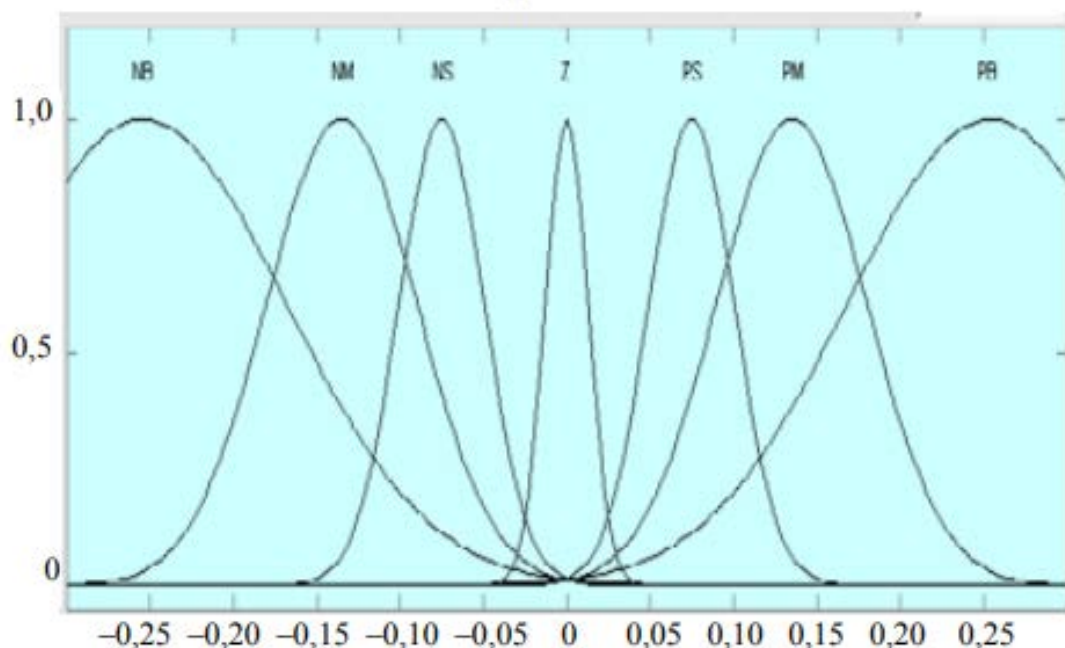
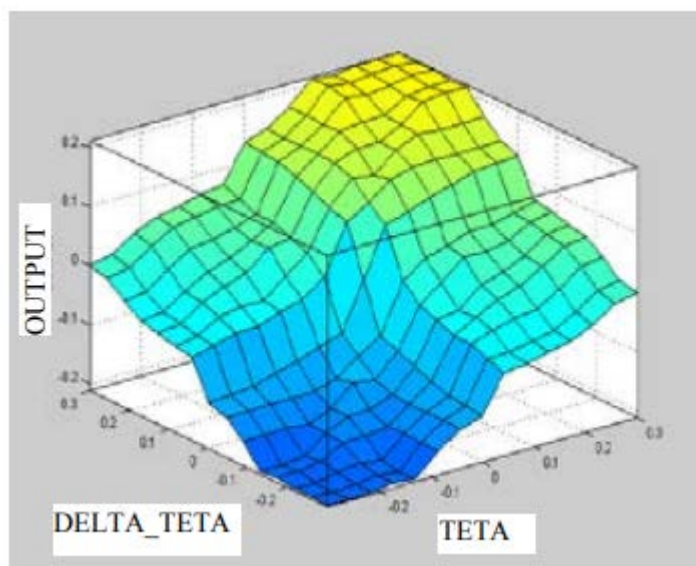


Рис. 2. функции принадлежности нечеткого логического диспетчера



3 – типичная поверхность нечеткого логического контроллера (e-TETA и de/dt-DELTA TETA)

Выводы.

1. Проанализированы характеристики контроллера управления подъемным краном, построенного на основе принципов нечеткой логики.
2. Предложена процедура проектирования логического контроллера на основе принципов нечеткой логики.

Литература:

1. Кабанов, С. А. Управление системами на прогнозирующих моделях / С. А. Кабанов – СПб., 1997.



2. Dogan, Coker. Fuzzy Rough Sets are Intuitionistic L-Fuzzy Sets / Coker Dogan // Fuzzy Sets and Systems. – 1998. – Vol. 96. – P. 170–175.
3. Lin, T.Y. Rough Set Theory in Very Large Databases / T. Y. Lin // Symposium on Modeling, Analysis and Simulation. – 1996. – Vol. 2. – P. 9–12.
4. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А. В. Леоненков. – СПб., 2003.
5. Опейко, О. Ф. Микропроцессорные средства в автоматизированном электроприводе / О. Ф. Опейко, Ю. Н. Петренко. – Минск: Амалфея, 2008. – 340 с.

Abstract. The paper considers the problem of control of a crane, the method for solving it, control using a fuzzy logic.

Key words: crane, fuzzy logic, gantry crane, control.

References:

1. Кабанов, С. А. Управление системами на прогнозирующих моделях / С. А. Кабанов – СПб., 1997.
2. Dogan, Coker. Fuzzy Rough Sets are Intuitionistic L-Fuzzy Sets / Coker Dogan // Fuzzy Sets and Systems. – 1998. – Vol. 96. – P. 170–175.
3. Lin, T.Y. Rough Set Theory in Very Large Databases / T. Y. Lin // Symposium on Modeling, Analysis and Simulation. – 1996. – Vol. 2. – P. 9–12.
4. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А. В. Леоненков. – СПб., 2003.
5. Опейко, О. Ф. Микропроцессорные средства в автоматизированном электроприводе / О. Ф. Опейко, Ю. Н. Петренко. – Минск: Амалфея, 2008. – 340 с.

Статья отправлена: 10.05.2018 г.

© Халиман П.А.



УДК 622.24.058

**ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF ANIMATED LECTURES
ON DESCRIPTIVE GEOMETRY****ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ АНІМОВАНИХ ЛЕКЦІЙ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ****Vasylyshyn Ia./Василишин Я.В.***c.t.s., prof. / к.т.н., проф.***Vasylyshyn V./Василишин В.Я.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Анотація. У цій доповіді розглядаються можливості, які дає використання інформаційних комп'ютерних технологій для підвищення ефективності процесу навчання студентів нарисної геометрії.

Ключові слова: нарисна геометрія, креслення, графічні редактори, 3D-модель.

Одна з особливостей сучасного навчального процесу - його комп'ютеризація. Комп'ютер проник в усі сфери життя і освіти - навіть туди, де раніше не використовувався. Однією з таких сфер є нарисна геометрія. Нарисна геометрія завжди була дисципліною, в якій безроздільно панували олівець і креслярські інструменти - лінійка, трикутник, циркуль. Впровадження комп'ютера в предметі відбувається за двома напрямками.

По-перше, з'явилася можливість супроводжувати лекції наочними матеріалами, не тільки показавши в аксонометрії предмет, зображений на кресленні, але і піти далі - показати його під різними кутами з усіх боків, обертаючи на екрані 3D-модель. Це особливо важливо робити на першому етапі навчання студентів, коли у них ще не розвинене просторове уявлення, і проєкційний креслення не перетворюється в тривимірний образ предмета.

По-друге, графічні редактори дозволили позбутися від рутини одноманітного креслення, особливо при зображенні великої кількості однакових елементів. Однак, як у повністю ручному, так і у чисто комп'ютерному варіанті подання студентам лекційного матеріалу є переваги і недоліки.

Плюси використання крейди і дошки при читанні лекцій з нарисної геометрії:

1. Креслення проєкцій крейдою на дошці за швидкістю приблизно відповідає швидкості побудови аналогічних проєкцій студентами в зошитах.

2. Креслення на дошці виникає поступово, студенти бачать процес появи кожного нового елемента креслення. Це полегшує розуміння готового зображення на кожному етапі.

3. В процесі читання лекцій дуже важливо правильно розподілити час подачі матеріалу. В даному випадку викладач регулює швидкість подачі матеріалу, не просто дивлячись на студентів, а задає її, беручи участь в процесі креслення. Це дозволяє досить точно визначити комфортну для студентів швидкість креслення.



4. Викладач бере активну участь в процесі креслення разом зі студентами, а не пасивно стоїть осторонь з лазерною указкою, вбиваючи в студентах бажання працювати. Участь у спільній з викладачем діяльності мотивує студентів активніше вникати в процес роботи на лекції.

Плюси використання комп'ютера при читанні лекцій з нарисної геометрії:

1. Якість зображень на дошці безпосередньо залежить від художніх здібностей викладача. Якщо вони недостатньо добре розвинені, то зображення може бути не цілком чітким і наочним. Комп'ютер дозволяє цього уникнути і виконати малюнок точно, акуратно і зрозуміло.

2. Побудувати аксонометричне зображення складної деталі в дрібницях - заняття вельми складне і, крім того, вимагає багато часу. В умовах переходу вузів на Державні стандарти 3-го покоління, коли практично у всіх спеціальностей скорочено кількість годин, що відводяться на вивчення нарисної геометрії та інженерної графіки, це - недозволена розкіш. Тривимірна модель на екрані комп'ютера точно передає всі нюанси форми деталі і може обернутися для підвищення наочності. Таким чином, студентам буде зрозуміла форма зображуваного на проекційному кресленні об'єкта. Для підвищення ефективності сприйняття лекційного курсу нарисної геометрії доцільно використовувати інформаційні технології: інтерактивну дошку, анімацію, презентації. У разі використання презентацій в Power Point при читанні лекцій з нарисної геометрії вкрай небажано робити презентацію з статичних слайдів, так як навіть при покроковій появі нових об'єктів на кресленні студенту необхідно мати в голові певним чином попередній слайд. Інакше він не розуміє, що нового з'явилося на новому слайді. Навіть якщо на екрані видно два зображення одночасно - попереднє і нове, то для їх порівняння необхідно переводити очі з одного зображення на інше і назад. У разі великої кількості вже нанесених елементів зображення це зробити досить складно. В цьому випадку адекватною заміною ручного креслення може стати використанням ефектів анімації при введенні нових елементів в кресленні. При цьому створення нових слайдів необхідно здійснювати копіювання попереднього слайда, щоб зображення, що переходить з попереднім слайдом, не "сіпалися". На елемент, який з'являється в новому слайді, доцільно накласти ефект «Поява» з налаштуванням «зліва-направо». У цьому випадку новий елемент з'являється поступово і студенти своїми очима бачать, де і як його необхідно зобразити. Налаштувати хронометраж появи нових елементів необхідно, виходячи з швидкості ручного креслення (не швидше!). В цьому випадку в лекції з'являється адекватна заміна ручного креслення. Однак повністю відмовлятися від нього не можна. Найефективніше спочатку показати слайди презентації, а потім продублювати їх крейдою на дошці.

Література

1. Василишин В.Я., Павлик І.В./Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 26–27 січня 2018 р.) / ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – Київ : ГО «Інститут інноваційної освіти», 2018. – 204 с.



2. Васи́лишин В.Я., Васи́лишин Я.В./Збірник статей учасників шістнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього», (26 грудня 2017р. - 10 січня 2018р.). Частина 1– Видавництво НМ. –Дніпро, 2018. – 60с.

3. Васи́лишин В.Я., Павлик І.В./Збірник статей учасників п'ятнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього», (27 листопада - 7 грудня 2017р.). – Видавництво НМ. – Дніпро, 2017. – 78с.

Abstract. This report examines the opportunities offered by the use of information technologies to improve the learning process of students of descriptive geometry.

Key words: descriptive geometry, drawings, graphic editors, 3D model.

References:

1. Vasilishin V.Ya., Pavlik IV / Materials of the International Scientific and Practical Conference (Kiev, January 26-27, 2018) / NGO "Institute of Innovation Education"; Scientific and Training Center of Applied Informatics of the National Academy of Sciences of Ukraine. - Kyiv: NGO "Institute of Innovation Education", 2018. - 204 c.

2. Vasilishin V.Ya., Vasilishin Y.V. / Collection of articles of participants of the sixteenth all-Ukrainian practical and cognitive conference "Scientific thought of the present and the future" (December 26, 2017 - January 10, 2018). Part 1- NM Publishing House. -Dnipro, 2018. - 60s.

3. Vasilishin V.Ya., Pavlik IV / Collection of articles of participants of the fifteenth all-Ukrainian practical and cognitive conference "Scientific thought of the present and the future" (November 27 - December 7, 2017). - NM Publishing House. - Dnepr, 2017. - 78s.



УДК 622.276

**MATHEMATICAL MODEL OF DISTRIBUTION OF PRESSURE IN THE
RESERVOIR FOR AN UNLIMITED QUANTITY OF WELLS**
**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ТИСКУ В ПЛАСТІ ДЛЯ НЕОБМЕЖЕНОЇ
КІЛЬКОСТІ СВЕРДЛОВИН**

Zhuravchak V.Y. / Журавчак В.Ю.

Student /Студент.

Shchepanskiy M.I. / Щепанський М.І.

Assistant /Асистент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. Україна, 76019,

Івано-Франківськ, Карпатська, 15.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano-Frankivsk, Karpatska 15, 76000.

Анотація. В роботі описано складений універсальний програмний блок в програмному середовищі MathCAD. Запропонована математична модель дозволяє будувати 3D поверхню розподілу тиску. Розрахунок дозволяє отримати тиск в будь-якій точці пласта при роботі довільної кількості видобувних та нагнітальних нафтових свердловин.

Ключові слова: Інтерференція свердловин, тиск, ремонт свердловин, проектування свердловин, розподіл тиску в пласті, свердловина.

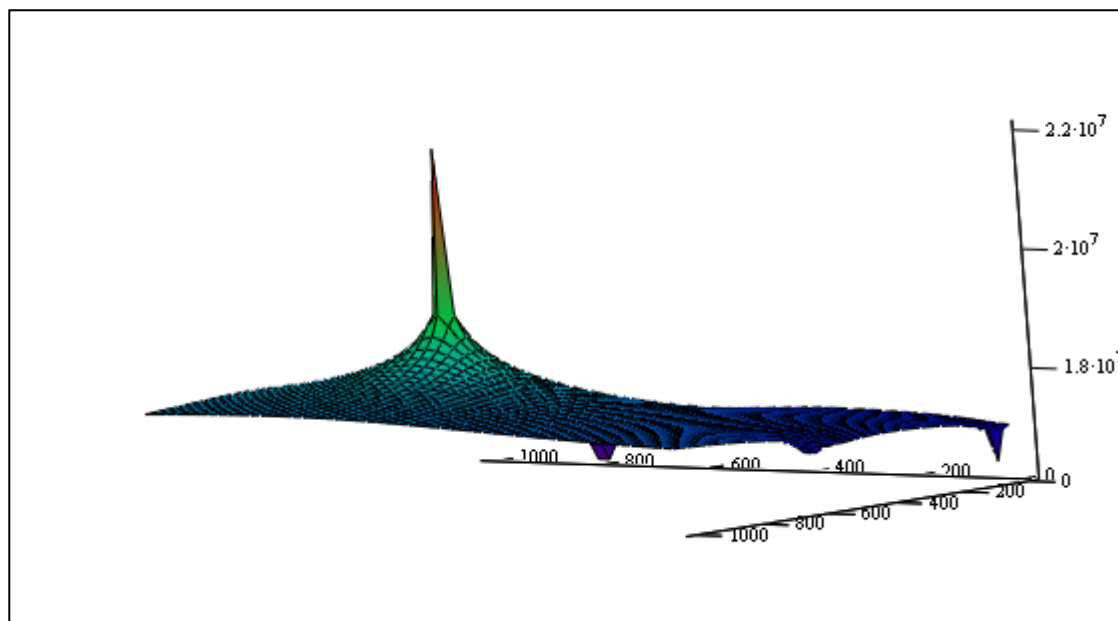
На сьогоднішній день більшість нафтових родовищ України перебувають на завершальній стадії розробки. Для продовження експлуатації свердловин та розробки родовищ в цілому на свердловинах часто проводять різні методи інтенсифікації, а також ремонтні роботи різної складності.

Часто ремонти пов'язані з глушінням свердловин, а після завершення ремонту їх освоєнням. Це в свою чергу змінює параметри роботи свердловин, зокрема тиск та дебіт. Саме тому постає проблема, в тому, що ми не знаємо, як впливає підземний ремонт свердловини на зміну тиску в цілому пласті, та як ремонт однієї свердловини відіб'ється на роботі інших свердловин.

За основу було взято типову задачу по інтерференції свердловин (1). Суть задачі полягала в визначенні тиску в довільно заданій точці в пласті. По умові задачі було задані 4 свердловини, 3 видобувні і 1 нагнітальна. Задача була інтерпритована під програмний блок для побудови поверхні тиску в пласті. В результаті обчислень ми отримали наступну 3D модель (рисунок 1).

На основі закону інтерференції свердловин та методу джерел і стоків нами було розроблено математичну модель, яка враховує наступні дані: дебіт, розміщення свердловин на площині, кількість нагнітальних та видобувних свердловин. Математичну модель з використанням прийомів програмування нами перенесено в програмний блок в середовищі MathCAD.

Даючи на вхід координати точки (x, y) на площині ми отримуємо тиск в цій точці. Якщо запустити цикл і давати на вхід координати з певним кроком $(x+\Delta x, y+\Delta y)$ ми отримаємо набір значень, які можна представити в графічній формі поверхні тиску в кожній точці пласта, або розподілу тиску в пласті.



(x, y, pressure)

Рисунок 1. Розподіл тиску в пласті згідно заданої задачі

Нами була поставлена мета зробити блок-програму, в якій необхідно лише задавати декілька даних, зокрема кількість видобувних та нагнітальних свердловин, а все решту вираховувала б програма.

Апробацію моделі ми провели на початковій задачі і результати зійшлись. Далі ми взяли дещо складнішу модель родовища. Задалися дев'ятьма видобувними та чотирма нагнітальними свердловинами. Згідно створеної нами блок-програми, ми отримали наступну 3D модель розподілу тиску (рисунок 2).

Також наша програма дозволяє моделювати горизонтальні свердловини. Відомо що в горизонтальних свердловинах перфораційні отвори роблять не по всій довжині продуктивного пласта, а розділяють на інтервали. Відстань між інтервалами перфорації 20-70 м. Тому можна задатись лише даними в точках перфорації. При певній попередній підготовці даних можна отримати розподіл тиску в пласті з горизонтальними свердловинами. Для прикладу взято 1 горизонтальну видобувну 4 вертикальні видобувні і 4 нагнітальні свердловини (рисунок 3).

Поведінка нашої математичної моделі збігається з теоретичними оновами розподілу тиску в пласті. На даний момент наша модель не була випробувана на реальних об'єктах, але в майбутньому планується продовження роботи в цьому напрямку.

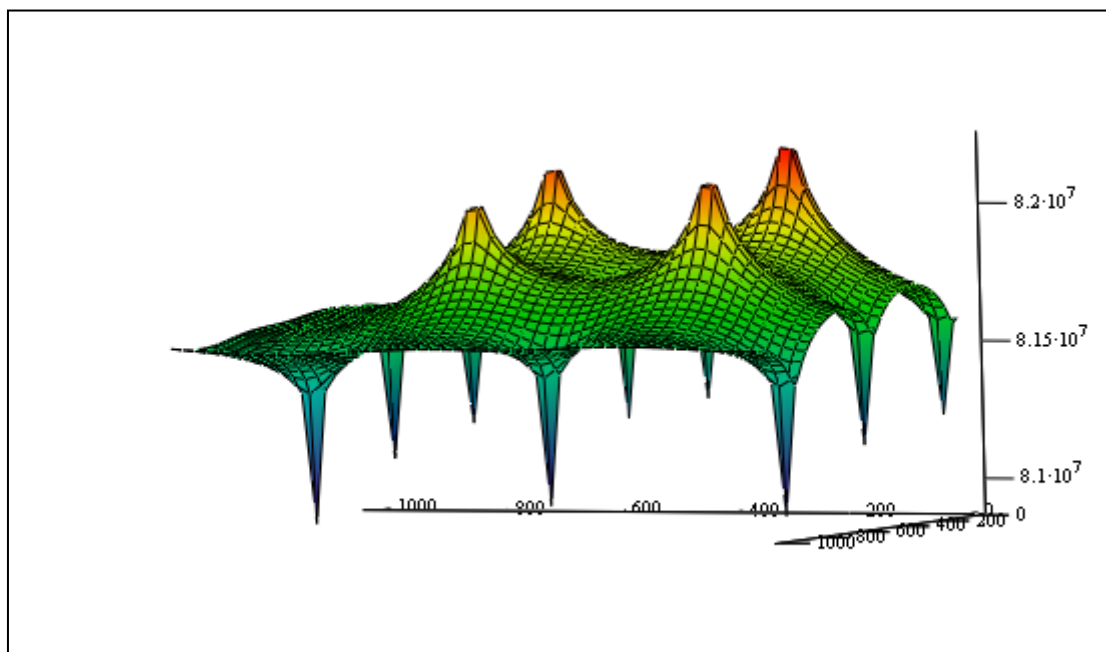
Дана робота буде корисною при проектуванні нових свердловин (пошук малодренованих зон в пласті), та при проектуванні ремонту на свердловинах, оскільки покращення роботи одної свердловини може як позитивно так негативно вплинути на оточуючі свердловини. Також на завершальній стадії розробки родовищ практикують переведення видобувних свердловин в нагнітальні. Наша модель допоможе прийняти рішення щодо доцільності такого переведення.



```

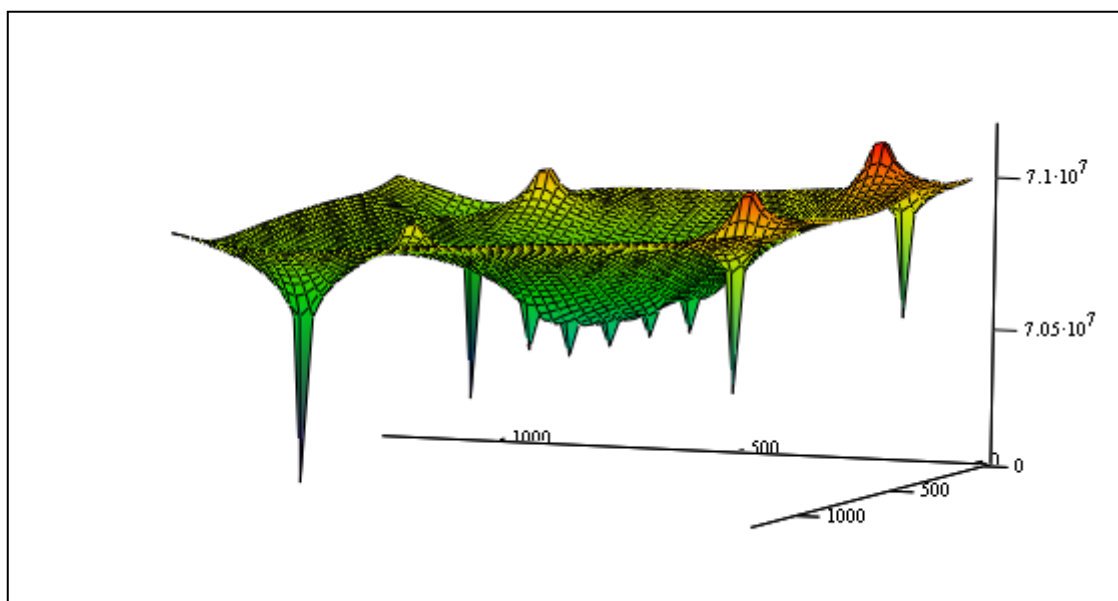
p1(x,y) :=
    sum ← 0
    nвид ← rows(X)
    nнагн ← rows(Xнагн)
    n ← nвид + nнагн
    for i ∈ 0..n - 1
        if i < nвид
            xi ← Xi
            yi ← Yi
            Qi
            qi ←  $\frac{Q_i}{h}$ 
        if i ≥ nвид
            xi ← Xнагнi-nвид
            yi ← Yнагнi-nвид
            Qнагнi-nвид
            qi ←  $\frac{Q_{нагн_i-n_{вид}}}{h}$ 
        r0,i ←  $\sqrt{(x - xi)^2 + (y - yi)^2}$ 
        r0,i ← rсв if r0,i = 0
        for j ∈ 1..nнагн
            rj,i ←  $\sqrt{(X_{нагн_{j-1}} - xi)^2 + (Y_{нагн_{j-1}} - yi)^2}$ 
            rj,i ← rсв if rj,i = 0
        for i ∈ 0..nнагн - 1
            k·pнагнi
            Φi ←  $\frac{k \cdot p_{нагн_i}}{\mu}$ 
            ΦM ←  $\sum_{i=0}^{n_{нагн}-1} \Phi_i - \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left( q_i \cdot \ln \left( \frac{\prod_{j=1}^{n_{нагн}} r_{j,i}}{r_{0,i}} \right) \right)$ 
            P ←  $\left( \frac{\mu}{k} \right) \cdot \Phi_M$ 

```

(x, y, pressure1)

Рисунок 2. Розподіл тиску в пласті згідно створеної нами блок-програми



(x, y, pressure1)

Рисунок 3. Запроектована горизонтальна свердловина

Література:

1. . Бойко В.С., Бойко Р.В. Підземна гідрогазомеханіка: Підручник. – Львів: Априорі, 2007. – 452 с.
2. Бойко Р.В. Регулювання розробки нафтових родовищ застосуванням горизонтальних свердловин. – Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук: 05.15.06. – Київ, ВАТ Укр НДПІ, 1996. – 306 с.
3. Дослідження закономірностей процесу взаємодії у газовому родовищі різнопроникних ділянок пласта з перетіканням газу між ними / Р. М. Кондрат, О. Р. Кондрат // Нафтогазова галузь України. - 2015. - № 6. - С. 22-25.



4. Журавчак, Л. М. Математичне моделювання розподілу пластового тиску з урахуванням фізичної неоднорідності пласта / Л. М. Журавчак, А. Є. Струк // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2012. - № 3. - С. 47-55.

Abstract. The work describes a composite universal program block in the MathCAD software environment. The proposed mathematical model allows us to construct a 3D surface of the pressure distribution. The calculation allows you to get pressure at any point of the reservoir with the work of any number of extraction and injection oil wells.

Key words: Interference of wells, pressure, repair of wells, design of wells, distribution of pressure in the reservoir, well.

References:

1. Boyko V.S., Boyko R.V. Pidzemna hidrogazomechanika: Pidruchnik. – Lviv: Apriori, 2007. – 452 p.
2. Boyko R.V. Reguluvanya rozrobky naftovyh rodovyshch zastosuvannyam goryzontalnyh sverdlovyh. – Dysertacia na zdobuttia naukovoogo stupenyu kandydata tehnicnyh nauk: 05.15.06. – Kyiv, VAT Ukr NDPI, 1996. – 306 p.

Науковий керівник: Асистент Щепанський М.І.

Стаття відправлена: 12.05.2018 р.

© Журавчак В.Ю.



УДК 631.56./57:633.11:006.015.5

**THE DYNAMICS OF WHEAT GRAIN QUALITY OF DIFFERENT
VARIETIES IN THE PROCESS OF PROLONGED STORAGE**
**ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНИХ СОРТІВ У
ПРОЦЕСІ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ**

Zavadska O.V. / Завадська О.В.

с.а.-g.s. as.prof. / к. с.-г.н., доц.

Baiba T.A. / Байба Т.А.

student / студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, 03041

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kiev, Geroiv Oborony, 13, 03041

Анотація. Пшениця озима займає провідне місце в зерновому балансі нашої країни та є однією з найбільш експортованих культур. Якість зерна, придатність його до тривалого зберігання, залежить як від сортових особливостей, так і умов зберігання. Наведено результати вивчення зміни вологості та натури зерна пшениці озимої чотирьох сортів, вирощених в умовах Лісостепу, залежно від режимів та термінів зберігання.

Ключові слова: пшениця, зерно, сорт, якість, натура, вологість, зберігання

Вступ. Україна є одним з найбільших виробників пшениці в світі, поряд з такими країнами як Канада, США, Австралія. У відсотковому значенні пшениця озима складає близько 40 % від валового збору всіх зернових культур, а частка продовольчого зерна коливається в межах 55-60 %. Збираючи понад 60 млн. т зерна щороку Україна входить до першої п'ятірки країн-виробників [2].

У результаті формування ринкових відносин у галузі зберігання та переробки зерна виникає необхідність своєчасного отримання зацікавленими учасниками господарської діяльності повноцінної інформації, щодо якості та технологічних властивостей конкретних партій зерна, про можливість зберігання його протягом тривалого часу за певних умов та переробки у високоякісні й конкурентоздатні продукти харчування з найменшими економічними витратами на їх виробництво [3].

Методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2016-2017 рр. згідно методики проведення двофакторних дослідів. Зерно пшениці озимої вирощували в ТОВ «Лотівка-Еліт», яке розташоване у зоні Лісостепу. Лабораторні аналізи зерна, дослідне зберігання проводили в навчально-науковій лабораторії кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика за загальноприйнятими методиками [2].

Для досліджень було відібрано зерно пшениці озимої чотирьох сортів, придатних для вирощування у зоні Лісостепу. Для виявлення впливу умов зберігання на якість зерна пшениці озимої вивчали два найпоширеніші температурні режими зберігання зерна: зберігання зерна за нерегульованого температурного режиму (умови звичайного сховища) (контроль) та зберігання зерна за регульованого температурного режиму (охолодження зерна до



температури $+6\pm 2$ °C). Схема досліду наведена у табл. 1.

Результати досліджень. Вологість є показником, який не залежить від сорту, і для певної групи культур він є загальним. Зберігання зерна у сухому стані – основний захід підтримання його високої життєздатності протягом усього періоду зберігання. Це стосується як партій посівного матеріалу всіх культур, так і якості зерна продовольчого призначення.

Зерно досліджуваних сортів було закладене на зберігання з початковою вологістю 12,6-13,6 %. Протягом перших місяців зберігання вологість зерна всіх дослідних зразків дещо знижувалася, порівняно з початковою на 0,7-1,5%, залежно від сорту. Найсухіше зерно було за регульованого температурного режиму, а найвологіше – за нерегульованого режиму зберігання. Зменшення вологості зерна в перші місяці зберігання можна пояснити процесами післязбирального дозрівання, що відбувається в ньому (табл.1).

Після 6 місяців зберігання в нерегульованому режимі зберігання вологість зерна значно зростала, що пояснюється тим, що зерно сорбувало вологу з повітря навколишнього середовища. Інтенсивність поглинання вологи по всіх сортах коливається в межах 0,2-0,4%.

Таблиця 1

Вологість зерна озимої пшениці залежно від умов та тривалості зберігання, % (урожай 2016 року)

Сорти (Фактор А)	Режим зберігання (Фактор Б)	До збері- гання	Термін зберігання, місяців					НІР ₀₅
			1	3	6	9	12	
Миронівська сторічна (контроль)	Нерегульований температурний режим (контроль)	13,6	13,5	13,2	13,4	13,8	14,0	0,4
	$t + 6\pm 2$ °C		13,0	12,9	12,7	13,0	13,4	0,5
Актер	Нерегульований температурний режим (контроль)	13,1	13,0	12,8	13,0	13,3	13,7	0,3
	$t + 6\pm 2$ °C		12,9	12,7	13,0	13,4	13,5	0,4
Кубус	Нерегульований температурний режим (контроль)	12,9	12,7	12,4	12,8	13,0	13,2	0,3
	$t + 6\pm 2$ °C		12,4	12,2	12,3	12,5	12,6	0,4
Перлина Лісостепу	Нерегульований температурний режим (контроль)	12,9	12,8	12,6	12,9	13,2	13,4	0,4
	$t + 6\pm 2$ °C		12,5	12,3	12,5	12,6	12,7	0,2
НІР ₀₅	Фактор А	0,4	0,4				0,4	
	Фактор В		0,3				0,6	

В середньому за три місяці зберігання (між 6 і 9 місяцями) зерно пшениці озимої сорбувало 0,2-0,4% вологи і мало вологість в межах 12,3-13,8 %. Найсухіше зерно після 12 місяців зберігання, було у зерна сорту Кубус за регульованого температурного режиму, і становило 12,6 %, що на 0,8 % менше, порівняно з контролем (різниця істотна). Зберігання зерна пшениці озимої в



сухому стані при вологості від 12,9 до 13,5 % на початку зберігання, та 12,6 до 14,0 % після 12-ти місячного зберігання, забезпечує оптимальні умови для стабільності органолептичних та інших показників якості.

Натура характеризує борошномельні і круп'яні властивості зерна та має важливе практичне значення. Показник натури, в наших дослідженнях, залежав від режимів зберігання зерна (рис.1).

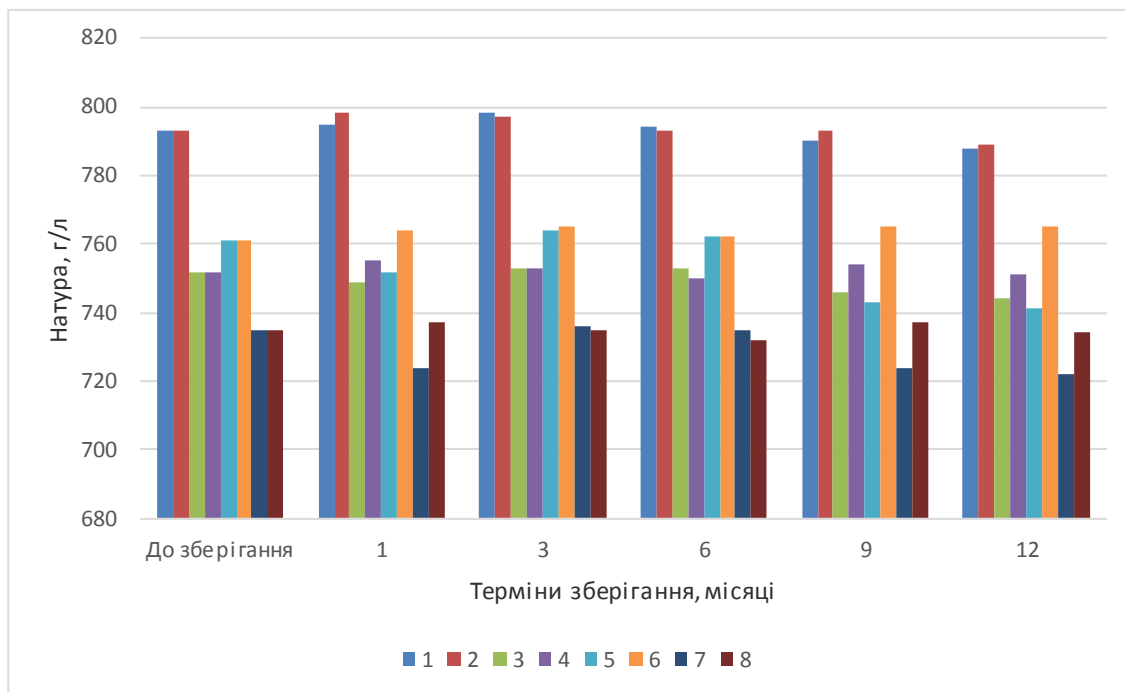


Рис. 1. Динаміка натури зерна пшениці озимої залежно від умов та тривалості зберігання, г/л (урожай 2016 року):

- 1 – сорт Миронівська сторічна, нерегульований температурний режим (НТР);
 2 – сорт Миронівська сторічна, регульований температурний режим (РТР);
 3 – сорт Актер, НТР; 4 – сорт Актер РТР, 5 – сорт Кубус НТР; 6 – сорт Кубус РТР;
 7 – сорт Перлина Лісостепу (НТР); 8 – сорт Перлина Лісостепу, РТР

До шостого місяця зберігання, натура зерна пшениці озимої усіх сортів за нерегульованого та регульованого режиму зберігання збільшувалась в межах від 2 до 5 г/л. Вже після дев'яти місяців зберігання цей показник знижувався за нерегульованих умов зберігання на 2-3 г/л по всіх сортах, а за регульованих умов – від 3 до 5 г/л.

Висновки. Вологість зерна пшениці озимої досліджуваних сортів протягом усього періоду зберігання була нижче рівня критичної вологості, що забезпечило оптимальні умови для стабільності усіх показників якості. Протягом перших трьох місяців зберігання вологість всіх зразків зерна зменшується, а потім (до 12 місяців) – зростає. Коливання її у регульованому режимі менші за рахунок менших коливань температури.

Натура зерна пшениці дослідних сортів у процесі зберігання змінювалася в межах від 0,7 до 1,8 %. Протягом перших місяців зберігання цей показник зростає, а наприкінці зберігання – зменшується. Це можна пояснити тим, що натура тісно пов'язана з вологістю зерна. Між ними встановлена суттєва обернена кореляційна залежність ($r=-0,68$), що підтверджує дані інших



дослідників. Режим зберігання на даний показник впливав істотноше, ніж сорт зерна.

Література:

1. 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.
2. Служби статистики України. – Режим доступу: <http://ukrstat.org/uk>.
3. Подпряттов Г. І. Технологія обробки, переробки зерна та виготовлення хлібопекарської продукції / Г.І. Подпряттов. – К., Видавництво НАУ, 2000. – 168 с.

Abstract. Winter wheat is a leader in the grain balance of our country and one of the most exported crops. The quality of grain, its suitability for long-term storage, depends on varietal characteristics and storage conditions. The results of the study of changes in the humidity and grain unit of winter wheat of the four varieties grown under the conditions of the , Ukraine's Forest-steppe depending on the modes and the terms of storage, are presented.

Key words: wheat, grain, variety, quality, grain unit, humidity, storage

References:

1. Skaletska L., Podpryatov G., Zavadaska O. *Metody naukovykh doslidzhen' zi zberihannya ta pererobky produktsiyi roslynnytstva [Bases of scientific researches in storage and processing plant products: study guide]*. – K.: Komprynt, 2014. – 416 s.
2. Sluzhby statystyky Ukrayiny. – Rezhym dostupu: <http://ukrstat.org/uk>.
3. Podpryatov H. I. *Tekhnolohiya obrobky, pererobky zerna ta vyhotovlennya khlibopekars'koyi produktsiyi / H.I. Podpryatov*. – K., Vydavnytstvo NAU, 2000. – 168 s.

Стаття відправлена 07.05.2018 р.

© Завадська О.В.



УДК 551.579:656.61.052.5

THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE WIDTH OF THE EXPOSURE OF THE CREST OF A WAVE IN A RADAR IMAGE OF A WAVE FIELD

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ШИРИНУ ЗАСВЕТКИ ГРЕБНЯ ВОЛНЫ В РАДИОЛОКАЦИОННОМ ИЗОБРАЖЕНИИ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ

Shishkarev V.I. / Сичкарев В.И.

Ph. D. Professor / Д.т.н. профессор

Сибирский государственный университет водного транспорта

Аннотация. Важной предпосылкой для правильного принятия решения при плавании на значительном волнении является достаточно точное знание его параметров. Однако, до сих пор судоводителям доступен в основном глазомерный способ его определения. В статье рассматривается предложенный ранее автором метод определения высот волн по радиолокационному изображению волнового поля вокруг судна. Обсуждаются причины, влияющие на точность расчётной оценки высот волн. Предложен практический приём устранения влияния дифракции радиоволн.

Ключевые слова: волновое поле, радиолокационное изображение, высоты волн, дифракция радиоволн на профиле морской волны.

Вступление

Исследования последних лет позволяют с приемлемой точностью прогнозировать параметры качки конкретного судна с его конкретной загрузкой при следовании определённым курсом и скоростью относительно генерального направления распространения волн. При этом с достаточной точностью необходимо знать и спектр фактического волнения. Уникальную возможность получения спектра предоставляет судовой навигационный радиолокатор (РЛС), дающий изображение фактического волнового поля. Однако, предложенному методу присущи некоторые недостатки, которые необходимо оценивать и иметь возможность устранять.

Основной текст

В [1] показано, что наблюдаемая на экране судовой РЛС упорядоченная засветка волнового поля может быть использована не только для определения длин волн, но и для расчёта высот волн. Для этого необходимо замерять ширину светлой полосы в пределах достаточно чётко выделяемой длины волн между одноимёнными сторонами засветки. Ширина световой полосы x функционально связана с высотой h предшествующей и измеряемой волны, с высотой e расположения антенны РЛС, с расстоянием D от антенны РЛС до измеряемой волны, с длиной λ волны. В [1] для измеряемой высоты волны получено выражение

$$\frac{h}{e} = \frac{2(1 - \frac{x}{\lambda})}{(\frac{D}{\lambda} - 1)(1 - \cos 2\pi \frac{x}{\lambda}) + (1 - \frac{x}{\lambda})} \quad (1)$$



При этом были приняты следующие допущения: волна гармоническая; радиолокационный луч распространяется прямолинейно; точка отсчёта ширины засветки x взята в вершине измеряемой волны, а не в точке касания радиолокационного луча измеряемой волны.

По (1) были проведены расчёты высот волн в различных морях при разной интенсивности волнения с независимым контролем параметров волн визуально, по факсимильным картам анализа волнения, расчётом по ветровой обстановке с карт приземного анализа. Во всех случаях расчёт по (1) показал заниженное значение высот волн, что свидетельствует о завышенном значении ширины полосы засветки x , снимаемой с экрана РЛС.

Для уравнивания рассчитанных и фактических параметров волнения к высотам волн по (1) введён поправочный коэффициент K , экспериментальное значение которого оказалось около 2,5, [2].

В [1] выявлена одна из причин завышения ширины засветки: недостаточная фокусировка точечной отметки на экране РЛС при варьировании яркости изображения. Представляется целесообразным проверить другие возможные причины изменения ширины полосы засветки x на экране РЛС.

Принятое допущение о замене точки касания луча на вершину волны занижает ширину полосы засветки x и величину этого занижения необходимо оценить.

Некоторое влияние на ширину x оказывает форма профиля волны: профиль ветровых волн лучше аппроксимируется трохойдой, чем гармоникой. Влияние формы волны также необходимо оценить.

Наиболее сложным физическим процессом при облучении волны радиолокационным лучом является взаимодействие достаточно коротких радиоволн (принятая длина волны в судовых навигационных РЛС составляет 3,2 см) с формой волны из токопроводящей морской воды, зачастую имеющей пенистые гребни (водо-воздушная смесь), срываемые и уносимые ветром. На границе воздушной и водной среды со сложной трёхмерной поверхностью происходит дифракция радиолокационного луча. Влияние дифракции на ширину полосы засветки x также необходимо исследовать.

Рассмотрим вначале влияние геометрических факторов.

Метод, применённый в [1] к гармонической волне, может быть сведён к следующим аналитическим действиям.

Рассматривается плоская (двумерная) гармоническая волна с амплитудой $h/2$ и длиной λ , движущаяся в положительном направлении оси x , в момент времени $t = 0$ (момент фотографирования экрана РЛС). На расстоянии $x = D$ на высоте e от уровня моря расположена антенна РЛС в точке $A(D, e)$. Пучок прямых, проходящих через точку A

$$y - e = k(x - D) \quad . \quad (2)$$

Если один из лучей проходит через следующую вершину $B(\lambda, h/2)$, то его уравнение

$$\frac{h}{2} - e = k(\lambda - D), \quad (3)$$



откуда

$$k = \frac{e - \frac{h}{2}}{D - \lambda}. \quad (4)$$

С (4) уравнение луча, проходящего через вершину следующей волны

$$y = e + \frac{e - \frac{h}{2}}{D - \lambda} (x - D). \quad (5)$$

Найдём точку пересечения луча (5) с профилем волны, т.е. крайнюю правую точку засветки волны $Z(x_{zc}, y_{zc})$, решая совместно (5) и уравнение профиля волны:

$$y = e + \frac{e - \frac{h}{2}}{D - \lambda} (x - D);$$

$$y = \frac{h}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right). \quad (6)$$

Приравнявая правые части (5) и (6), получаем уравнение для определения x_{zc} :

$$\frac{h}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = e + \frac{e - \frac{h}{2}}{D - \lambda} (x - D). \quad (7)$$

В то же время, полагая, что величину x_{zc} как ширину полосы засветки можно определить измерением на экране РЛС (или на фотографии экрана), Э из (7) можно найти высоту волны h :

$$h = \frac{2e(\lambda - x)}{(D - x) - (D - \lambda) \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)}. \quad (8)$$

Последнее выражение удобно представить в безразмерном виде

$$\frac{h}{e} = \frac{2(1 - \frac{x}{\lambda})}{\left(\frac{D}{\lambda} - \frac{x}{\lambda}\right) - \left(\frac{D}{\lambda} - 1\right) \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)}. \quad (9)$$

Расчёты по (9) и по (1) дают одинаковый результат.

Найдём абсциссу точки касания луча к профилю измеряемой волны в точке $K(x_k, y_k)$. В этой точке угол наклона луча α_l определяется выражением

$$\operatorname{tg} \alpha_l = (e - y_k) / (D + x_k), \quad (10)$$

а уклон волны α_b выражением

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\pi h}{\lambda} \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = \operatorname{tg} \alpha_b. \quad (11)$$

В точке касания $\alpha_l = \alpha_b$, а сама эта точка принадлежит профилю волны. Приравнявая (10) и (11) с учётом (6) получаем уравнение для определения x_k :



$$e - \frac{h}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = -\frac{\pi h}{\lambda} \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \cdot (D + x_k). \quad (12)$$

Поскольку $x \ll \lambda$, для упрощения можно полагать

$$\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \approx 1; \quad (13)$$

$$\sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \approx \frac{2\pi x}{\lambda}. \quad (14)$$

Тогда из (12)

$$e - \frac{h}{2} = -x_k \cdot (D - x_k) \cdot (2\pi^2 h / \lambda^2);$$

$$x^2 + D \cdot x + a = 0, \quad (15)$$

$$\text{где } a = \lambda^2(2e - h) / (4\pi^2 h). \quad (16)$$

Принимая такое решение x_k , при котором $y_k > 0$, а также учитывая, что $4a / D^2 \ll 1$ и заменяя на этом основании $\sqrt{1 - x} \approx 1 - x/2$, получим

$$x_k = -\lambda^2(2e - h) / (4\pi^2 h D). \quad (17)$$

Применим изложенный метод к трохоидальному профилю волны, описываемому в параметрической форме через параметр θ выражениями

$$x = \frac{\lambda \theta}{2\pi} + r_0 \sin \theta; \quad (18)$$

$$y = r_0 \cos \theta, \quad (19)$$

где $r_0 = h/2$ – амплитуда трохоидаальной волны.

В явном виде профиль трохоидаальной волны

$$y = \frac{x}{\tan \theta} - \frac{\lambda \theta}{2\pi \tan \theta}, \quad (20)$$

а уклон волновой поверхности

$$\tan \alpha_b = \frac{dy}{dx} = \cot \theta = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right). \quad (21)$$

Полагая, что в точках касания луча его наклон должен быть равен уклону волны, запишем уравнение касательной к волне в виде

$$y - e = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) (x - D). \quad (22)$$

Координаты точки пересечения касательной с профилем волны найдём совместным решением (20) и (22), откуда получаем уравнение для параметра θ в точке пересечения

$$\frac{D}{e} - \frac{\lambda \theta}{2\pi e} = \tan \theta. \quad (23)$$

Найдя из (23) θ , из (18) формируем выражение для x_{3c} , из которого, полагая x_{3c} измеряемым на экране РЛС, получаем выражение для определения высоты трохоидаальной волны



$$h = \frac{\lambda}{\sin \theta} \left(\frac{2x}{\lambda} - \frac{\theta}{\pi} \right). \quad (24)$$

Проверочные расчёты при значениях $D = 1000$ м; $\lambda = 100$ м; $h = 4$ м дают следующие результаты:

- для гармонической волны $x_{zc} = 21,545$ м; по (17) $x_k = -2,280$ м с относительной погрешностью в сравнении с вычислением по (12) 0,2%;
- для трохоидаальной волны $\theta = 1,550$ радиана; $x_{zc} = 26,673$ м.

Числовой пример показывает, что у трохоидаальной волны ширина зоны засветки больше, чем у гармонической волны. Это привело бы к уменьшению расчётной высоты волны.

У гармонической волны отстояние точки касания лучом измеряемой волны от начала координат составляет около 10% ширины зоны засветки. Поэтому положение точки касания необходимо учитывать в ширине зоны засветки.

Дифракция радиоволн на гребнях морских волн – малоисследованный процесс. Общие сведения о дифракции радиоволн, [3], по отношению характерного размера препятствия (высоты волны) к длине радиоволны значительно большего единицы позволяют отнести рассматриваемый случай к квазиоптической области частот. В этой области на первый план выступают локальные свойства тела и электромагнитного поля, когда формируются различные типы рассеянных полей. Среди них значимыми для рассматриваемого процесса могут быть волны соскальзывания вдоль гладкой вершины морской волны; волны «шепчущей» галерей на ребристых вершинах морской волны, а также краевые волны. В рекомендациях Международного союза электросвязи МСЭ-R P.526.10 требуется учитывать влияние электрических характеристик подстилающей поверхности. Радиус эллипсоидов Френеля, по которым распространяется электромагнитная волна, вблизи точек касания радиолуча профиля волны может иметь размер порядка дециметров, что вполне соответствует условиям дифракции радиолокационной волны. Однако, точных расчётов дифракционного поля для рассматриваемой задачи пока нет.

Заключение

В связи с тем, что дифракционное поле имеет существенно меньшую напряжённость по сравнению с полем радиолокационного освещения, практическим методом устранения его влияния может оказаться регулировка усиления радиолокационного приёмника, а также подбор необходимой яркости изображения на экране РЛС. Вполне возможно, что обсуждавшаяся в [1] задача фокусировки изображения может быть идентифицирована как задача устранения последствий дифракции радиоволн на морской волне.

Литература

1. Сичкарев, В.И. Способ определения высот волн по радиолокационной картине волнового поля [текст] / В.И.Сичкарев // Судовождение – 2010: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2010. – С. 3 – 19.
2. Зинченко, К.И. Разработка метода полуавтоматической обработки радиолокационного снимка волнения [текст] / К.И.Зинченко // Судовождение –



2012: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2012. – С. 73 – 86.

3. Физическая энциклопедия [текст] / Гл. ред. А.М.Прохоров. Т.1. – М.: Сов. Энциклопедия, 1988. – 704 с.

Abstract

An important prerequisite for the correct decision when sailing on a significant wave is a fairly accurate knowledge of its parameters. However, until now, navigators are available mainly visual method of its determination. In the article the method of determination of heights of waves on the radar image of a wave field around the vessel offered earlier by the author is considered. The reasons affecting the accuracy of the calculated wave height estimation are discussed. The practical method of eliminating the influence of radio wave diffraction is proposed.

Key words: wave field, radar image, wave heights, radio waves diffraction on the sea wave profile.

References

1. Sichkarev, V. I. Method of determining wave heights at the radar picture of the wave field [text] / V. I. Sichkarev // Navigation – 2010: scientific collection. labours'. – Novosibirsk: NSAWT, 2010. – P. 3 – 19.

2. Zinchenko, K. I. Development of the method of semi-automatic processing of radar images of excitement [text] / K. I. Zinchenko / / Navigation – 2012: scientific collection. labours'. – Novosibirsk: NSAWT, 2012. – P. 73 – 86.

3. Physical encyclopedia [text] / CH. edited by A. M. Prokhorov. Vol.1. - M.: Sov. Encyclopedia, 1988. - 704 p.



УДК 656.078.15

**ORGANIZATION OF SHIP SERVICE BY MARINE AGENT
ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ СУДНА МОРСКИМ АГЕНТОМ****Onyshchenko S.P./Онищенко С.П.***d.e.s., prof. / д.э.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-9660-1921

Vil'shaniuk M.S. / Вильшаниук М.С.*s.l. /ст.н.п.р.*

ORCID: 0000-0001-5396-6691

Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029

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

Аннотация. В работе рассматриваются функции морского агента, а именно перечислен состав операций морского агента при заходе судна в порт. Одним из важнейших приоритетов в выборе морского агента для судовладельца является минимизирование времени пребывания судна на стоянке. Предлагается использовать сетевую модель при обслуживании судна как инструмент для распределения функций между агентом и его помощником. Использованный метод позволяет сократить время пребывания судна в порту и рационально распределить функции между сотрудниками агентской компании.

Ключевые слова: морской агент, сетевое планирование, трамповое судоходство, морской порт, операция, морское судно, время.

Вступление.

Посредническая деятельность, как известно, широко распространена в торговле, на транспорте и в страховании. Морские агенты являются представителями посреднической деятельности на морском транспорте. Морское агентирование является одной из особых сфер в области морского бизнеса.

Агентирование судов в его широком понимании подразумевается как содействие администрации судна в исполнении всех обязанностей в порту, так и защита интересов судовладельца по его поручению и от его имени, что является значимой услугой, предоставляемой в процессе торгового мореплавания. В условиях рыночной экономики существует множество судоходных компаний, которые конкурируют между собой и борются за максимальные прибыли в условиях жесткой конкуренции. В связи с этим повышение комплексного обслуживания судов является одним из важных направлений нормального функционирования флота.

Основной текст

Агентская деятельность в условиях жесткой конкуренции должна постоянно совершенствоваться, четко и гибко реагировать на требования рынка, быстро меняются. Проблема совершенствования агентского обслуживания является актуальной во всем мире.

В работе морского агента временной аспект играет главную роль. Это связано с сокращением времени нахождения судна в порту. С целью минимизации времени нахождения судна в порту предлагается использовать сетевое планирование в работе морского агента. В качестве инструмента достижения цели исследования используется сетевая модель, которая, как



известно, представляет собой наглядное графическое изображение комплекса операций, при этом в модели изображается не только совокупность всех операций, составляющих данный комплекс, но и те связи (технологические, логические и прочие), которые между ними существуют [1, 2]. Основные параметры сетевых моделей – критический путь, резервы времени событий, работ и путей.

Исходными данными для построения сетевого графика служит перечень функций по обслуживанию судна морским агентом. При введении информации в программу для построения сетевого графика, перечень функций был сгруппирован. Связано это, в первую очередь, с особенностями работы программного обеспечения, а также для повышения удобства восприятия.

Весь перечень можно разделить на четыре раздела:

1. До подхода судна. 2. Приход судна. 3. Стоянка судна. 4. Отход судна

В программе Project было созданы соответствующие разделы – группы задач (рис.1.).

		Режим задачи ▾	Название задачи ▾	Длительность ▾
1			▷ 1. До подхода судна	1,88 дней
27			▷ 2. Приход судна	2 дней
44			▷ 3. Стоянка судна	1,38 дней
56			▷ 4. Отход судна	1,75 дней

Рис. 1. Группировка задач

Каждая задача имеет набор характеристик, необходимых для создания сетевого графика: дата начала, дата окончания, длительность. Было использовано автоматическое планирование. Суть его заключается в том, что, имея информацию о дате начала и длительности, программа сама рассчитывает дату окончания задачи (рис.2.).

		◀ 1. До подхода судна	1,88 дней
		▷ 1.1. Отправить заявку	0,5 дней
		▷ 1.2. Уведомление стивидора и экспедитора	0,25 дней
		1.3. Отправить проформу счёта и реквизиты	1 ч
		1.4. Отправить запрос в порт	1 ч

Рис.2. Имена задач

Неотъемлемой составляющей планирования, кроме всего прочего, является также установление последовательности работ. Так как создание сетевого графика выполняется на основе пошаговой инструкции, большинство задач выполняются друг за другом, тем не менее, есть и исключения. После установления последовательности выполнения задач, программа в режиме автоматического планирования сама устанавливает время начала и окончания всех работ (рис.3.).

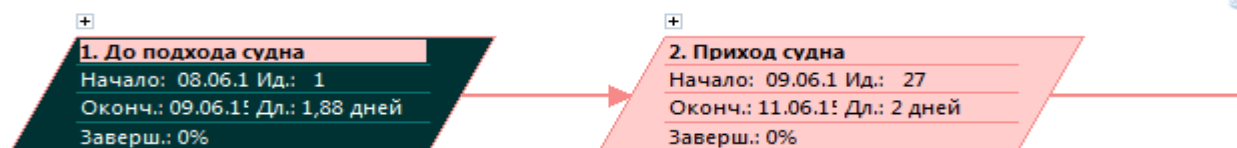


Рис.3. Установление последовательности работ

Критический путь – важнейшая составляющая сетевого графика, часто – его конечная цель. Если к одному и тому же состоянию ведут различные работы, критический путь является оптимальным (рис. 4)

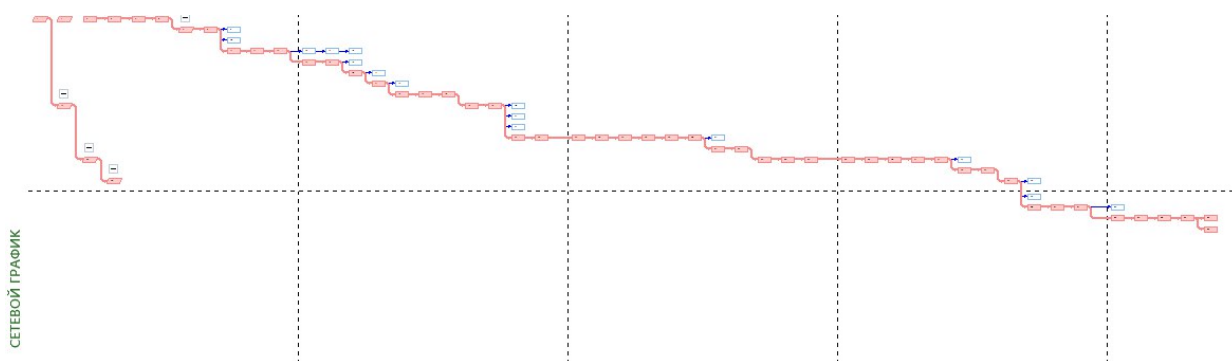


Рис. 4. Фрагмент сетевой модели операций (работ) при обслуживании судна в порту морским агентом

Согласование обслуживания судна в процессе его нахождения в порту является актуальной задачей, для решения которой предлагается использовать разработанную сетевую модель.

Заключение и выводы.

Разработанная сетевая модель может служить основой для создания сетевых моделей по обслуживанию судов в различных портах Украины.

Построенный сетевой график позволяет: во-первых, получить четкую последовательность работ в процессе агентского обслуживания с учетом специфики календаря; во-вторых, осуществлять контроль и мониторинг хода обслуживания и управлять временем для обеспечения своевременного выполнения необходимых работ.

Таким образом, согласование обслуживания судна в процессе его нахождения в порту является актуальной задачей, для решения которой предлагается использовать разработанную сетевую модель. Такой инструмент позволит агенту осуществлять мониторинг выполнения операций, их своевременность и заранее выявлять отклонения от графика и влияние данных отклонений на общую продолжительность обслуживания.

Литература

1. Сабрекова, Д. И., Бочкарев, А. А. Использование сетевого графика при мультимодальных перевозках для планирования маршрутов доставки грузов. [Текст] II Международная научная конференция Евразийского Научного Объединения (февраль 2015) Современные концепции научных исследований // Сборник научных работ II международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, февраль 2015). — 2015. — 350 с



2. Лапкина, И.А., Павловская, Л.А., Болдырева, Т.В., Шутенко, Т.Н. Проектный анализ. Теоретические основы оценки проектов на морском транспорте. [Текст] — Одесса : ОНМУ, 2008 — 315 с

3. Луговцов, А. Ф., Маслов, Г.А. Агентирование морских судов: Учебник для ВУЗов морского транспорта. М. : Транспорт, 1988 – 207 с

4. Петров, И.М., Виговский, В.А. Агентирование морских судов : теория и практика : Учебное пособие. – Черновцы : Книги – XXI, 2005 – 496 с

5. Васьков, Ю.Ю., Цымбал, Н.Н. Портовые формальности в Украине : Оформление прихода-отхода и стоянки морских судов – Одесса : Латстар, 2002. – 99 с

6. Маликова, Т. Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте : учебное пособие для вузов / Т. Е. Маликова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 373 с

7. Евсюков, Ю.В. Современные научно-практические проблемы в организации контейнерных перевозок. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: http://www.zenal.com/ru/pages/konteynerye_gruzoperevozki_p1/default.aspx

Abstract. The work deals with the functions of the marine agent, namely, the composition of the operations of the marine agent when the ship enters the port is listed. One of the most important priorities in choosing a marine agent for the shipowner is to minimize the time of the ship's stay in the parking lot. It is proposed to use the network model in servicing the ship as a tool for the distribution of functions between the agent and his assistant. The method used makes it possible to shorten the time of the ship's stay in the port and rationally distribute the functions among the employees of the agency company.

Key words: marine agent, network planning, tramp shipping, seaport, operation, ship, time.

References:

1. Sabrekova, DI, Bochkarev, AA Use of the network schedule for multimodal transport for the planning of cargo delivery routes. [Text] II International Scientific Conference of the Eurasian Scientific Association (February 2015) Modern concepts of scientific research // Collection of scientific papers of the II International Scientific Conference of the Eurasian Scientific Association (Moscow, February 2015). - 2015. - 350 s

2. Lapkina, IA, Pavlovskaya, LA, Boldyreva, TV, Shutenko, TN. Project analysis. Theoretical basis for the evaluation of projects in maritime transport. [Text] - Odessa: ONMU, 2008 - 315 s

3. Lugovtsov, AF, Maslov, G.A. Agency of sea vessels: Textbook for High Schools of Maritime Transport. M.: Transport, 1988 - 207 s

4. Petrov, IM, Vigovsky, V.A. Agency of sea vessels: theory and practice: Textbook. - Chernivtsi: Books - XXI, 2005 - 496 s

5. Vaskov, Yu.Yu., Tsymbal, N.N. Port formalities in Ukraine: Registration of parish-waste and parking of sea-going vessels - Odessa: Leststar, 2002. - 99 s

6. Malikova, TE Mathematical Methods and Models in Maritime Transport Management: A Textbook for Universities / TE Malikova. - 2 nd ed., Rev. and additional. - M.: Yurayt Publishing House, 2018. - 373 s

7. Evsyukov, Yu.V. Modern scientific and practical problems in the organization of container transportation. [Electronic resource]. - Access mode: \ www /URL: http://www.zenal.com/en/pages/konteynerye_gruzoperevozki_p1/default.aspx

Научный руководитель: д.э.н., проф. Онищенко С.П.

Статья отправлена: 14.05.2018 г.

© Онищенко С.П., Вильшанюк М.С.



УДК 656.073

**CHARACTERISTIC FEATURES OF THE FUNCTIONING OF TRANSPORT
IN THE MODERN MARKET CONDITIONS IN RUSSIA****ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА В
СОВРЕМЕННЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ РОССИИ****Kulikov A.V./ Куликов А.В.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Klimova A.D./ Климова А.Д.****Petrukhina E.N./ Петрухина Е.Н.****Rudenko A.S./ Руденко А.С.****Turiashvili N. R./Туриашвили Н.Р.***Volgograd State Technical University, pr. Lenina 28, 400131**Волгоградский государственный технический университет, пр. Ленина 28, 400131*

Аннотация: Данная статья посвящена анализу транспортного рынка России. Был рассмотрен период с 2000 по 2017 гг. За это время увеличилась средняя дальность перевозки грузов автомобильным транспортом, а также увеличился и грузооборот. Тарифы транспортных компаний возрастали в течение всего указанного для анализа времени. В 2017 г. отмечается положительная динамика роста грузооборота автомобильного транспорта. Отмечено, что спрос на автомобильные перевозки в ближайшее время не упадет.

Ключевые слова: транспортный рынок, автомобильные перевозки, транспортная отрасль, грузооборот, тарифы на перевозки, объем перевозки, организация перевозки грузов.

В настоящее время во всех странах транспортный рынок, в той или иной степени, регулируется государством. На транспортном рынке Европы в настоящее время существуют три основных метода организации перевозок: закрытые рынки (госсектор), полная дерегуляция без исключительных прав и контролируемая конкуренция, в которой операторы пользуются ограниченными по времени исключительными правами и должны периодически демонстрировать, что они в состоянии выполнять на высоком уровне перевозки. Иллюзии о том, что предельно либеральные подходы в экономике сами по себе расставят все по своим местам, пропали. Опыт организации международных автомобильных перевозок показал, как развитые европейские страны защищают свои транспортные рынки от российских перевозчиков. Прежде чем говорить о либерализации нужно пройти этап жесткого государственного регулирования, как это было в свое время на Западе. Именно этот зарубежный опыт нам следует изучать наиболее тщательно, для того, чтобы уяснить в каких условиях и для чего вводились те или иные ограничения. Государство обязано создать благоприятные условия для бизнеса и сформировать систему различных административно-экономических механизмов регулирования автотранспортной деятельности, не заботясь о судьбе конкретного предприятия [1, 3].

Так как транспорт участвует в производственной деятельности всех других экономических систем, выполняя конечную технологическую операцию производства товарной продукции, то в условиях рыночной экономики, являясь неустойчивой системой, способствует нарушению устойчивости последних, что



приводит к непредсказуемым структурным изменениям, таким как Великая депрессия, Валютный кризис в России (2014-2015 гг.), Мировой экономический кризис и др. [3].

Считают, что для предотвращения подобных депрессий в конкурентную систему необходимо ввести некий стабилизатор. С точки зрения синергетической экономики, таким стабилизатором должна стать транспортная отрасль материального производства. Транспорт, являясь не самостоятельной отраслью, а зависимой от других отраслей материального производства, должен постоянно иметь провозные возможности равными (в идеале) объему производимой товарной продукции. Для этого транспортная отрасль должна быть устойчивой и стабильной системой. Другими словами транспорт - это отрасль, деятельность которой должна планироваться, контролироваться и управляться государством.

Переход к рыночной системе осуществлялся без учета особенностей функционирования транспортной отрасли материального производства, к которым необходимо отнести [4, 5]: транспорт не создает новых вещественных продуктов; основной экономический эффект от работы транспорта происходит не внутри отрасли, а в организациях, для которых выполняются перевозки; транспорт не является независимой отраслью, а полностью зависит от функционирования других отраслей материального производства.

В период с 2001 по 2013 гг. объемы перевозимых грузов снизились. В то же время увеличилась дальность перевозки. В 2001 г. средняя дальность перевозки была всего 26 км, а в 2013 г. - 44 км. Причем дальность перевозок на коммерческой основе (т.е. на транспорте общего пользования) почти в 2 раза больше и составляла 74 км в 2013 г., а дальность частных перевозок грузов была более 300 км (табл. 1). При этом на коммерческой основе перевозится всего 30 % всех грузов [6].

По данным Министерства транспорта, в марте - апреле 2014 г. наблюдался небольшой рост перевозок автомобильным транспортом, несмотря на отрицательные показатели до февраля. С одной стороны на это повлиял рост числа фирм - автомобильных перевозчиков в начале года, а с другой - снижение внешней торговли в начале года, что способствовало развитию производства и перевозок внутри страны [6].

Экономические показатели начала 2015 г. были весьма безрадостные - Росстат зафиксировал снижение промышленного производства, спад экспорта и импорта, уменьшение потребительского спроса. В результате всего этого должны были сократиться и объемы грузовых перевозок, однако вопреки прогнозам ситуация оказалась не столь катастрофична. Грузооборот составил 1247,6 млрд. т•км, это ниже показателей аналогичного квартала прошлого года на 1,7 %.

С начала 2000 г. Тарифы на перевозки претерпели существенные изменения. На рис. 1 представлено изменение индексов тарифов на грузовые перевозки (в процентах к декабрю предыдущего года) [7].

Транспортные компании были вынуждены повышать цены на свои услуги, чтобы обеспечить окупаемость перевозок и получать прибыль.



Таблица 1

Объем перевезенных грузов (млн. т), средняя дальность перевозки одной тонны груза (км), 2001-2013 гг.

Показатели	Значения показателей по годам					
	2001	2005	2010	2011	2012	2013
Перевезено грузов - всего, млн. т.	6125	6685	5236	5663	5842	5635
в том числе на коммерческой основе	1308	1616	1569	1655	1705	1691
предпринимателями (физическими лицами)	36	56	123	151	163	144
организациями всех видов экономической деятельности (без субъектов малого предпринимательства)	609	629	440	463	471	468
в том числе автотранспортом ведомственного пользования	4817	5069	3667	4008	4137	3944
Средняя дальность перевозки одной тонны груза - всего, км	26	29	38	39	43	44
в том числе на коммерческой основе	43	42	59	65	75	74
предпринимателями (физическими лицами)	250	268	305	293	303	302
организациями всех видов экономической деятельности (без субъектов малого предпринимательства)	28	32	75	91	121	99

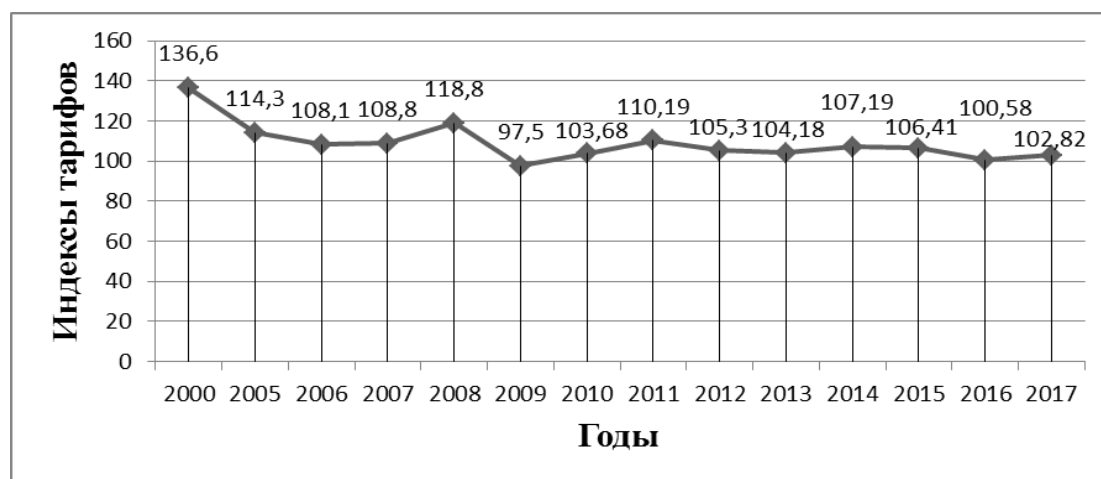


Рис. 1. Индексы тарифов на грузовые перевозки (декабрь к декабрю предыдущего года, в процентах)



Так, несмотря на спад объемов перевозок нефти, сальдо компаний, обеспечивающих транспортировку товаров трубопроводным транспортом, составило 47 млрд. руб., при этом доля убыточных компаний среди них составила 8,8 %. Однако предприятия прочего сухопутного транспорта (большая часть которого относится к автомобильному) показала отрицательное сальдо прибыли и убытков – 7,3 млрд. руб. [2].

Так, например, 2016 г. начался для отрасли не слишком удачно. С января по апрель динамика автоперевозок наблюдалась отрицательная. Прежде всего, снизились международные автомобильные перевозки.

Январь начался с ощутимого падения ставок, что объяснялось резким снижением спроса (объемы перевозок ушли вниз на 4,6 % по сравнению с тем же месяцем прошлого года – первый месяц 2016-го стал самым провальным в этом плане за весь год). В результате в июне объемы перевозок увеличились на 6,9 %. А в июле по данному показателю была достигнута максимальная положительная динамика (+8,8 %).

Кроме того, увеличившийся в июле экспорт стимулировал рост объемов перевозок автомобильным транспортом в РФ. Положительную роль сыграло и то, что речные пароходства из-за сложившегося мелководья летом 2016 г. снизили транспортировки на 4,5 %. Соответственно часть грузов с водных путей переключились на автомобильные трассы. В частности, лесоматериалы и металлоизделия [2].

Согласно данным Росстата, грузооборот автомобильного транспорта с января по август 2017 г. составил 153,6 млрд. т•км, что на 4,2 % выше, чем было зафиксировано в аналогичном периоде прошлого года. Также отмечается положительная динамика грузооборота транспорта. Так перевозки грузов автотранспортом в августе 2017 г. составили 507,7 млн. т. или 102,2 % к августу 2016 г. и 104,8 % к июлю 2017 г.

Подводя итоги, можно сказать, что в ближайшем будущем проблемой грузовых перевозок будет то, что тарифы на услуги могут значительно повыситься. Особенно это касается автомобильного транспорта. Но, несмотря на рост цен, спрос на этот вид транспорта не упадет. Задачей транспортных компаний остается максимально удержать среднюю стоимость своих услуг на прежнем уровне, чтобы не потерять клиентов и не уменьшить сложившийся грузооборот на транспортном рынке.

Вывод: В настоящее время стабильности на транспортном рынке нет, рост тарифов остается актуальным для экономики, так как напрямую отражается на товарах, которые потребляет общество. Необходимо заниматься вопросами совершенствования организации перевозок грузов, как различного вида транспорта, так и конкретно автомобильного. Очень важно знать и помнить, что транспорт обеспечивает эффективное функционирование других отраслей и что транспорт является одним из главных синергетических компонентов в развитии экономики и безопасности страны.

Литература

1. Автоперевозки в 2016 году // rzd-partner.ru URL: <http://www.rzd->



partner.ru/auto/reviews/avtoperevozki-v-2016-godu/ (дата обращения: 19.03.2018).

2. Быркова Е. Грузооборот России: структура по видам транспорта и основные тенденции первой половины 2014 года / Е. Быркова // Информационно-аналитическое сетевое издание «ПРОВЭД». - 2014.

3. Бюллетень социально-экономического кризиса в России «Динамика грузоперевозок в России»/ Выпуск №08, декабрь 2015: Аналитический центр при Правительстве РФ. – М., 2015. – 23с.

4. Вельможин, А.В. Грузовые автомобильные перевозки: учебник / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006 - 560 с.

5. Инновационные подходы к развитию предприятий, отраслей, комплексов: монография / И.Г. Фадеев, А.В. Куликов, И.С. Метелев, Ю.А. Нужнова, С.Ю. Фирсова; Проект SWorld. – Одесса : Куприенко С.В., 2015. – кн. 1. – 202 с.

6. Обзор рынка грузоперевозок в России // perevozka24.ru URL: Обзор рынка грузоперевозок в России (дата обращения: 21.03.2018).

7. Статистический сборник «Транспорт и связь в России». 2016: Стат.сб. / Росстат. - М., 2016. - 112 с.

Annotation: This article is devoted to the analysis of the Russian transport market. The period from 2000 to 2017 was considered. During this time, the average range of transportation of goods by road increased, and cargo turnover also increased. Tariffs of transport companies increased during the entire time indicated for analysis. In 2017 there is a positive dynamics in the growth of freight turnover of automobile transport. It is noted that the demand for automobile transport in the near future will not fall.

Keywords: transport market, automobile transport, transport industry, freight turnover, tariffs for transportation, volume of transportation, organization of transportation of goods.

Reference

1. Avtoperevozki v 2016 godu // rzd-partner.ru URL: <http://www.rzd-partner.ru/auto/reviews/avtoperevozki-v-2016-godu/> (data obrashheniya: 19.03.2018).

2. Byrkova E. Gruzooborot Rossii: struktura po vidam transporta i osnovnye tendencii pervoj poloviny 2014 goda / E. Byrkova // Informacionno-analiticheskoe setevoe izdanie «PROVJeD».- 2014.

3. Bjulleten socialno-jekonomicheskogo krizisa v Rossii «Dinamika gruzoperevozok v Rossii»/ Vypusk №08, dekabr 2015: Analiticheskij centr pri Pravitelstve RF.-Moscow.,-2015.- 23p.

4. Velmozhin, A.V. Gruzovye avtomobilnye perevozki: uchebnik / A.V.-Velmozhin, V.A.Gudkov, L.B.Mirotn, A.V. Kulikov.-Moscow.: Gorjachaja linija-Telekom,-2006-560p.

5. Innovacionnye podhody k razvitiyu predpriyatij, otraslej, kompleksov: monografija / I.G.Fadeev, A.V.Kulikov, I.S.Metelev, Ju.A.Nuzhnova, S.Ju.Firsova; Proekt-SWorld.- Odessa: Kuprienko S.V.,-2015.- 202p.

6. Obzor rynka gruzoperevozok v Rossii // perevozka24.ru URL: Obzor rynka gruzoperevozok v Rossii (data obrashheniya: 21.03.2018).

7. Statisticheskij sbornik «Transport i svjaz v Rossii».-2016: Stat.sb. / Rosstat -Moscow.,- 2016.-112p.



УДК 656.25

ANALYSIS OF OPERATING SYSTEMS OF INTERVAL REGULATION OF MOVEMENT OF TRAINS ON THE NETWORK OF RAILWAYS OF KAZAKHSTAN**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СИСТЕМ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ КАЗАХСТАНА****Orunbekov M.B. / Орунбеков М.Б.***Докторант PhD / PhD student**Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpaev,
Almaty, Shevchenko 97, 050012**Казахская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева,
Алматы, ул. Шевченко 97, 050012*

Аннотация. В данной работе рассматривается текущее состояние оснащенности железной дороги по системам интервального регулирования движения поездов магистральной сети АО «НК «КТЖ» Республики Казахстан, текущие проблемы и пути их решения.

Ключевые слова: автоматическая блокировка, полуавтоматическая блокировка, интервальное регулирование

Вступление

Железнодорожный транспорт является высокотехнологичным комплексом, включающим в себя множество различных взаимосвязанных объектов. Основной целью функционирования железнодорожного транспортного комплекса является обеспечение заданной пропускной способности железных дорог при безусловном обеспечении безопасности движения поездов [1].

Технические средства, с помощью которых осуществляется интервальное регулирование (ИР) движения поездов на участке, являются перегонные системы ЖАТ.

Основной текст

На магистральной линии АО «НК «Қазақстан темір жолы» в качестве системы ИР используются 6 различных систем (импульсно-проводная АБ, ЧКАБ, ПАБ, ЦАБ-АЛСО, КЭБ и СИРДП-Е) (рис.1).

Устройствами интервального регулирования движением поездов всего оборудовано 11 767,677 км.

Из них:

- до 60-х годов – 108,849 км, (импульсно-проводная АБ);
- до 70-х годов – 557,18 км, (в т.ч. импульсно проводная АБ – 427,92 км, полуавтоматическая блокировка ПАБ – 129,26 км.);
- до 80-х годов – 2910,265 км, (в т.ч. кодовая АБ – 1129,78 км, импульсно проводная АБ – 1001,825 км, полуавтоматическая блокировка ПАБ – 778,66 км.);
- до 90-х годов – 3673,21 км, (в т.ч. кодовая АБ – 2336,93 км, импульсно проводная АБ – 853,83 км, полуавтоматическая блокировка ПАБ – 472,85 км, ЦАБ АЛСО – 9,6 км.);
- до 2000-х годов – 1413,826 км, (в т.ч. кодовая АБ – 947,93 км, импульсно

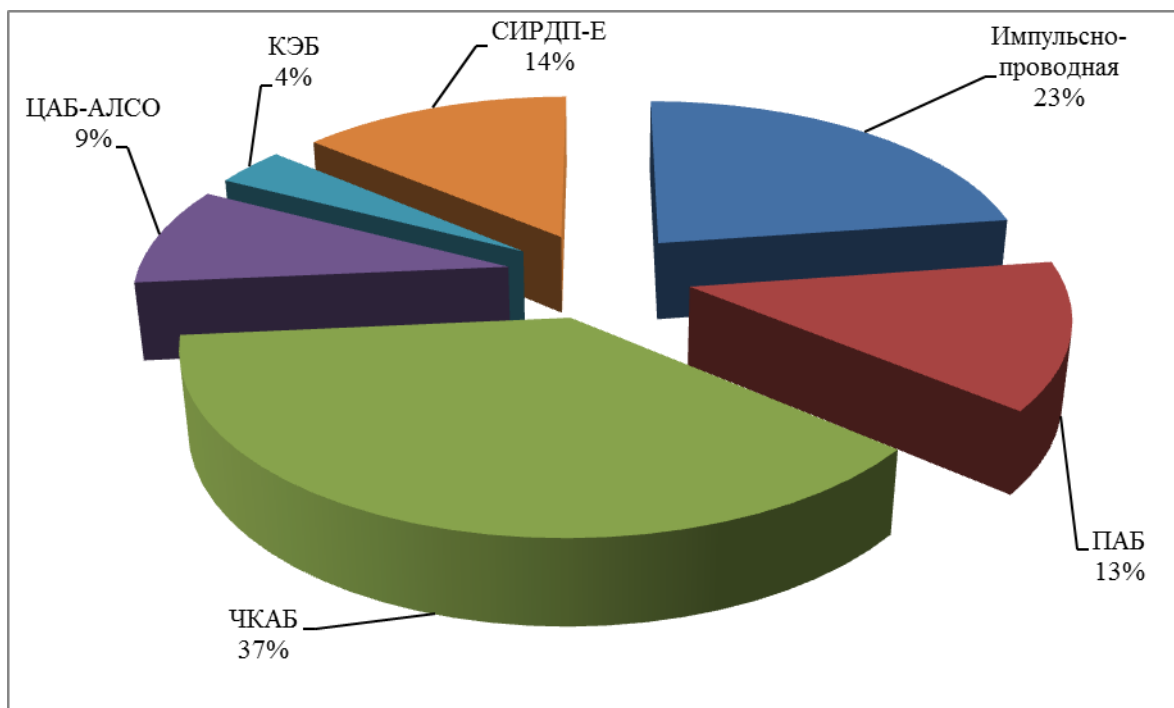


Рис.1. Распределение эксплуатируемых систем ИР

Авторская разработка

проводная АБ – 277,421 км 1990-1991 года внедрения, полуавтоматическая блокировка ПАБ – 188,475 км.);

- после 2000-х годов – 3104,347 км, (в т.ч., СИРДП-Е – 1629 км, КЭБ – 419,817 км, ЦАБ АЛСО – 1055,53 км.).

Больше половины, систем ИР введенные в эксплуатацию до 2000-х годов требуют модернизации (рис.2).

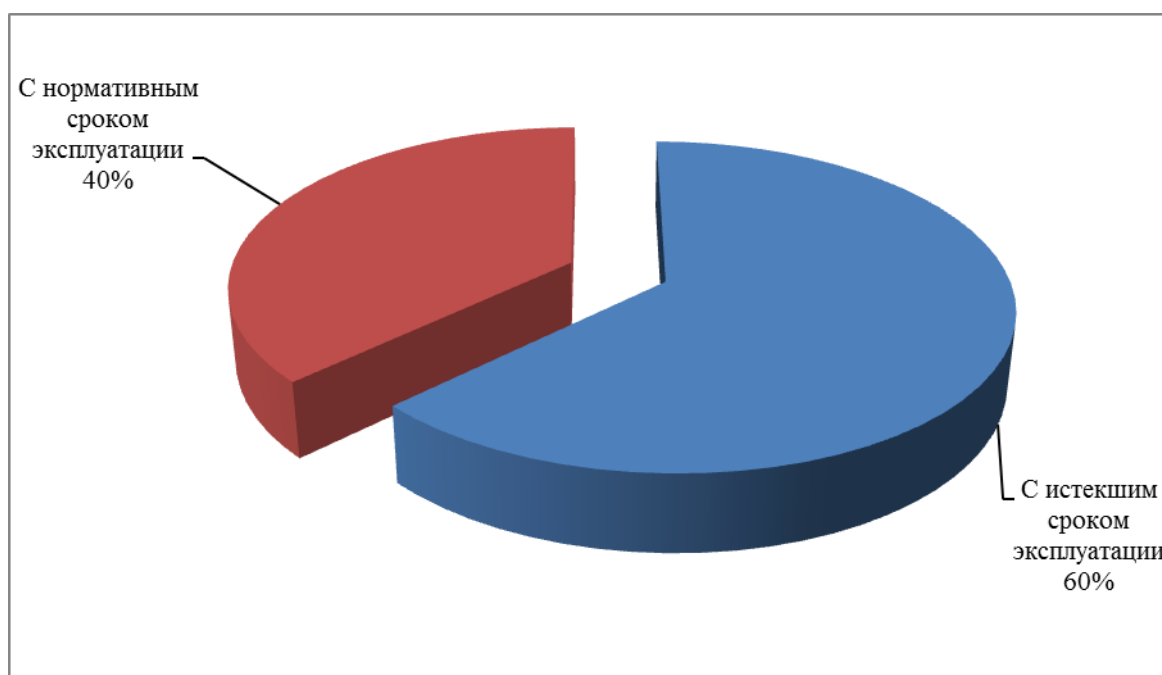


Рис.2. Текущее состояние устройств и систем ИР

Авторская разработка



Анализ проблемных вопросов

На участках с однолинейной схемой источников внешнего энергоснабжения устройств АБ 1960-1970 гг. выполнены с рельсовыми цепями постоянного тока (импульсная рельсовая цепь с ограниченным интервалом регулировки параметров путевого реле), аккумуляторным хозяйством (не позволяет длительно эксплуатировать перегонные устройства, так как аккумуляторы требуют периодическое обслуживание), с применением воздушных линий связи для линейных цепей СЦБ (имеют физический износ, подвержены атмосферным влияниям) и релейных шкафов старого типа (при длительной эксплуатации шкафы подверглись коррозии, разгерметизации).

На двухпутных участках с числовой кодовой АБ из-за отсутствия необходимого количества оборудования для организации двухсторонней автоблокировки по одному из путей она выполнена по временной схеме, что приводит к объемным трудовым затратам работников дистанций сигнализации и связи при предоставлении технологических «окон» смежным службам.

Пути решения вопросов

Для устранения вышеуказанных проблем требуется плановая поэтапная замена существующих морально и физически устаревших систем автоматической блокировки с 1950-1970 гг. переход на перегонах с импульсно-проводной автоблокировкой постоянного тока, полуавтоматической блокировки на современные системы автоблокировки.

Ввиду наличия однолинейной схемы электропитания на эксплуатируемых участках наиболее оптимальным вариантом будет строительство автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры. При этом предусматривается перевод воздушной линии СЦБ автоблокировки на кабельные линии.

Внедрение постоянно-действующей двухсторонней АБ на двухпутных участках как две однопутные АБ с обезличенным двухсторонним движением для увеличения пропускной способности подвижного состава, в первую очередь на участках прохода контейнерных поездов.

Перевод линейных цепей полуавтоматической автоблокировки ПАБ с воздушной линии связи ВЛС на цифровую сеть связи ВОЛС для сокращения эксплуатационных расходов на её обслуживание и содержание воздушных линий связи и исключения от зависимости погодных влияний, что даст возможность отсрочки модернизации устройств ПАБ.

Заключение и выводы

В целом, для обеспечения требуемой пропускной способности участков на сети железной дороги остро требуется модернизация существующих морально и физически изношенных систем интервального регулирования на системы микроэлектронной и микропроцессорной элементной базы.

Литература:

1. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник: в 2 ч. / А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровиков, В.Е. Митрохин и др.; под ред. А.В. Горелика. – М.: ФБГОУ «Учебно-методический центр по



образованию на железнодорожном транспорте», 2012.

2. Системы управления движением поездов на перегонах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта: в 3 ч./ В.М. Лисенков, П.Ф. Бестемьянов, В.Б. Леушин и др.; под ред. В.М. Лисенкова. – М.:ГОО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009.

Abstract. *In this work the current state of equipment on systems of interval regulation of the movement of trains of the main network of JSC NK KTZ of the Republic of Kazakhstan, the current problems and ways of their solution is considered.*

Key words: *auto-lock, semi-lock, interval regulation*

References:

1. Gorelik A.V., Shalyagin D.V., Borovikov YU.G., Mitrohin V.E. (2012), *Sistemy zheleznodorozhnoy avtomatiki, telemehaniki i svyazi v 2 ch.* [Railway automation, telemechanics and communication systems: textbook: 2 hours], in Gorelik A.V., (ed), *Uchebno-metodichesky centr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte*, Moscow, Russia.

2. Lisenkov V.M., Bestemyanov P.F., Leushin V.B. (2009), *Sistemy upravleniya dvizheniem poezdov na peregonah* [Systems of control of movement of trains on stages], in Lisenkov V.M., (ed), *Uchebno-metodichesky centr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte*, Moscow, Russia.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Молгаждаров А.С.

Статья отправлена: 15.05.2018 г.

© Орунбеков М.Б.



УДК 621.431.74

MANAGEMENT OF SHIP ENERGY INSTALLATIONS IN PREVENTION SITUATIONS**УПРАВЛЕНИЕ СУДОВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ В ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ****Goschenko G.G./Дощенко Г.Г.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Kherson State Maritime Academy**Херсонская государственная морская академия*

Аннотация. Результаты исследования представлены в разработке теоретических основ создания эффективных средств противоаварийного управления техническими объектами на примере судовых энергетических установок, позволяющих предсказывать, предотвращать, локализовать аварии и восстанавливать нормальный режим СЭУ.

Ключевые слова: судовые энергетические установки, аварийная ситуация, система интеллектуальной поддержки, судовые технические средства.

Значительная часть всех аварийных случаев судовых энергетических установок (СЭУ) происходит из-за несвоевременного обнаружения предаварийного состояния, а также неправильных или неэффективных действий экипажей морских судов во время самой аварии. Это объясняется недостатком информации о развивающейся аварийной ситуации (АС) и неумением пользоваться имеющейся информацией.

Снизить влияние этих факторов на безопасность морского судоходства можно двумя путями: созданием систем интеллектуальной поддержки (СИП) операторов и путем перераспределения функций управления между оператором и системой управления техническим объектом.

Если принципы первого направления уже нашли свое применение, то второе направление находится еще в стадии своего становления.

Однако в последнее время в связи с ужесточением требований к безопасности морского судоходства и разработкой беспилотных судов к принципам второго направления интерес возрос, поскольку они позволяют разрабатывать локальные системы нижнего уровня, обеспечивающие безопасное управление судовыми техническими средствами (СТС), где процессы настолько быстротечны, что оператор, даже при подсказке со стороны СИП, не всегда в состоянии отреагировать на их ненормальные отклонения.

Отдельные такие системы уже появляются на морских судах. Например, фирмой Сименс разработана серия микроконтроллеров Simatic для безопасного управления судовыми электроприводами, фирма Нор-контрол оборудует главные двигатели специальными системами безопасности (safety system) [1].

Однако все эти системы решают, в основном, лишь задачи защиты человека или технических объектов от повреждений и не обеспечивают бесперебойной работы объекта. Так, при срабатывании систем безопасности объект прекращает свое функционирование (отключается или останавливается), что приводит к снижению общей безопасности морского судоходства (БМС),



для которой важно, чтобы объект продолжал выполнять свои функции при любых условиях, пусть и с ухудшением показателей качества.

С целью обеспечения БМС необходимо повысить бесперебойность работы СЭУ путем своевременного обнаружения и реагирования на ненормальные режимы эксплуатации. Для этого судовые энергетические установки должны быть оборудованы средствами автоматизации, построенными на новых принципах, позволяющих решать задачи не только традиционного управления, но и уметь оценивать бесперебойность текущего режима, прогнозировать ее изменение, чтобы предвидеть ожидаемый промах и упредить его соответствующим действием, которое будем называть противоаварийным управлением, а системы управления, построенные на таких принципах, — системами с противоаварийным управлением (ПАУ).

Целью настоящего исследования является разработка теоретических основ создания эффективных средств противоаварийного управления техническими объектами на примере судовых энергетических установок, позволяющих предсказывать, предотвращать, локализовать аварии и восстанавливать нормальный режим СЭУ.

Целевой функцией таких систем является не определение места неисправности, а предотвращение аварий технических объектов путем предсказания, своевременного выявления и парирования (устранения) опасных факторов, создающих аварийную ситуацию. Для достижения поставленной цели были решены следующие главные и вспомогательные задачи:

1. Исследование проблемы обеспечения бесперебойной работы СЭУ. Выявление особенностей функционирования элементов СЭУ в ненормальных режимах. Решение первой главной задачи было начато с изучения причин аварийности СЭУ, обобщения опыта эксплуатации имеющихся средств защиты и ПАУ элементами СЭУ. Это позволило сделать вывод, что существенным резервом повышения бесперебойности СЭУ является обеспечение ее элементов средствами автоматизации, которые позволяют решать задачи управления техническими объектами в предаварийных, аварийных и послеаварийных режимах и которые могут быть интегрированы в общую систему управления СЭУ.

Анализ переходов СЭУ от режима к режиму (рис. 1) позволил определить задачи, какие должны решать средства ПАУ в каждом характерном режиме, обосновать обобщенный подход к решению поставленной проблемы, наметить концепцию создания систем с противоаварийным управлением СЭУ.

Анализ СЭУ как объекта противоаварийного управления, а также исследование на ЭВМ и тренажере поведения элементов СЭУ в ненормальных режимах позволили выявить некоторые общие свойства и закономерности.

К ним можно отнести следующее:

а) все ненормальные процессы в СЭУ сравнительно быстротечны, чтобы на них не мог реагировать оператор, и в то же время достаточно инерционны, что обуславливает физическую реализуемость ПАУ с помощью быстродействующих технических средств;

б) инерционность ненормальных процессов характеризуется промежутком

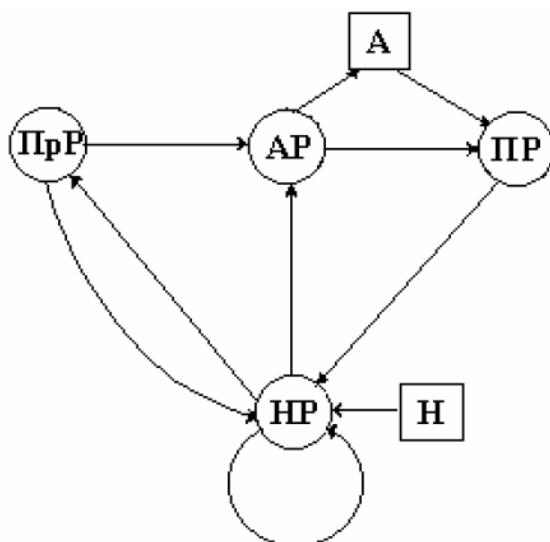


Рисунок 1. Граф переходов судовой ЭЭУ из режима в режим: НР — нормальный (оптимальный или неоптимальный) режим; ПрР — предаварийный режим; АР — аварийный режим; ПР — послеаварийный режим; А — авария; Н — нормальное состояние

времени от возникновения аварийной ситуации (выход параметра за норму) до самой аварии;

в) бесперебойность работы элементов СЭУ может характеризоваться определяющими параметрами, в качестве которых можно использовать выходные величины элементов СЭУ.

Поскольку физические, а значит и определяющие, параметры технических объектов достигают критических значений за определенное время, не равное нулю, то было предположено, что с помощью опережающего противоаварийного действия можно избежать аварии (рис. 2).

Аварийная ситуация обычно возникает (момент времени t_{ac}) и развивается в течение некоторого интервала времени τ_a , в пределах которого величина определяющего параметра достигает предельного значения (момент времени t_a), после чего наступают необратимые процессы (разрушение или несанкционированный останов объекта) — собственно авария.

Этот сравнительно небольшой резерв времени дает возможность системе управления своевременно обнаружить и устранить опасные факторы и вызываемые ими неблагоприятные последствия, т.е. аварийный фактор может быть парирован, если время реакции на него (время устранения τ_y) будет меньше предельно допустимого времени τ_a (рис. 2). За этот интервал времени должны быть выполнены все операции, необходимые для приема, анализа информации и выдачи сигналов управления, т.е. должно соблюдаться неравенство:

$$\tau_y = \sum_{i=1}^k t_i < \tau_a$$

где: t_i — время выполнения i -й операции; k — число выполняемых



операций.

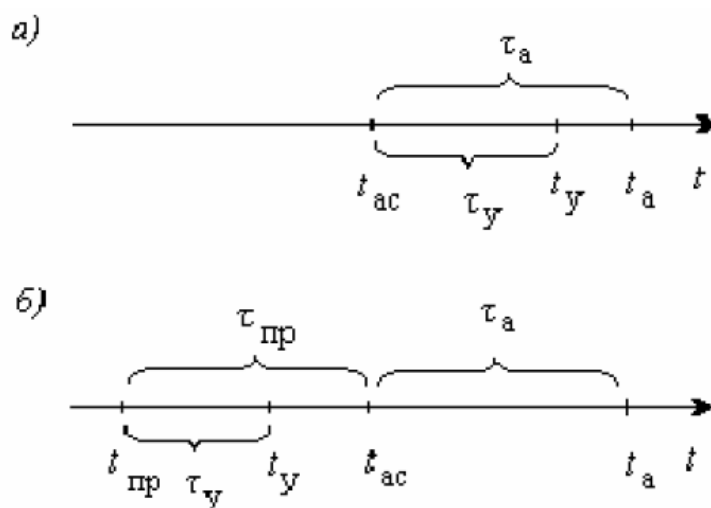


Рисунок 2. Временные интервалы состояний объекта: а) без системы ПАУ; б) с системой ПАУ; τ_a и τ_y — соответственно: среднее время, в течение которого допускается существование ненормального режима в объекте, и среднее время парирования (устранения) опасного фактора; τ_{pr} — среднее время краткосрочного прогноза ожидаемой аварийной ситуации

В результате решения задач первого этапа было установлено, что для обеспечения эффективного ПАУ с целью повышения бесперебойности СЭУ необходимо выиграть время, чтобы успеть выявить ненормальный режим и ликвидировать его, не дав ему развиться в аварию, что может быть достигнуто расширением номенклатуры функций систем управления ТС за счет реализации новых принципов и алгоритмов управления, которые позволяют предвидеть и упреждать аварийные ситуации.

2. Разработка методологии противоаварийного управления СЭУ, выбор и обоснование методов её реализации.

В рамках второй главной задачи были поставлены и решены следующие вспомогательные задачи:

- разработка принципов построения систем ПАУ СЭУ;
- выбор и обоснование методов анализа и синтеза систем ПАУ СЭУ;
- разработка рациональных структур и эффективных алгоритмов функционирования систем ПАУ СЭУ.

Для того чтобы системы управления СЭУ могли своевременно обнаруживать и реагировать на ненормальные режимы, они должны дополнительно реализовать следующие принципы:

а) предсказания возникновения опасной (аварийной) ситуации; (системы, реализующие этот принцип, действуя в нормальном режиме, должны предвидеть возникновение аварийной ситуации и соответствующими действиями предупредить ее возникновение);

б) раннего выявления возникшей аварийной ситуации (ранняя



идентификации ненормального режима, чтобы иметь запас времени для ПАУ);

в) прогнозирования развития аварийной ситуации и упреждающей коррекции управления по недопущению ее перерастания в аварию;

г) локализации аварии посредством автоматического перевода технологического оборудования в безопасное состояние;

д) восстановления нормального режима.

Системы, реализующие такие принципы, должны быть интеллектуальными, т.е. они должны обладать способностью к обучению и самообучению, уметь накапливать и обобщать опыт предыдущей работы, адаптироваться к изменениям внешних условий, находить оптимальную настройку в текущем режиме, организовывать процедуру выбора решений в изменившейся ситуации, составлять необходимую структуру и программу действий. При разработке таких систем могут быть использованы методы теории инвариантного, адаптивного, дуального управления, методы исследования нелинейных систем, методы предсказания и прогнозирования.

Для обеспечения бесперебойной работы объекта в нормальном (установившемся) режиме было предложено совместное использование методов предсказания ненормальных отклонений (аварийных ситуаций) и метода обобщенного параметра. Контроль текущего режима в этом случае осуществляется с помощью специального информативно-емкого обобщенного параметра $K_{оп}$, в качестве которого можно использовать функционал, построенный на базе информационной модели элементов СЭУ [2].

Например, обобщенный показатель $K_{оп}$ для контроля бесперебойности судовой электростанции определяется следующими параметрами:

$$K_{оп} = f(K_{ор}, K_{зг}, K_{ом}, \Delta P, \Delta Q, \Delta U, \Delta f),$$

где: $K_{ор}$ – коэффициент одновременности работающих генераторов в режиме; $K_{ом}$ – коэффициент отключаемой системой защиты мощности в режиме; $K_{зг}$ – коэффициент загрузки работающих генераторов; ΔP и ΔQ – неравномерность распределения активной и реактивной нагрузки; ΔU и Δf – средние значения длительного отклонения напряжения и частоты генераторов.

Для того чтобы системы ПАУ могли предупреждать возникновение аварии в переходных режимах, был предложен принцип построения систем с ПАУ на базе эталонной модели и прогнозирующего устройства (рис. 3).

Принцип такого управления заключается в использовании результатов сравнения экстраполированных на несколько шагов вперед значений выходной переменной движущегося объекта с эталонными значениями, полученными путем интегрирования математической модели объекта в ускоренном времени с целью не допустить или минимизировать будущее отклонение системы от нормального (эталонного) состояния.

Решение задач второго этапа позволило установить, что выигрыш времени для обеспечения эффективного противоаварийного управления с целью обеспечения максимальной бесперебойности работы СЭУ в режиме может быть достигнут путем реализации научно-обоснованных алгоритмов предсказания и краткосрочного прогнозирования.

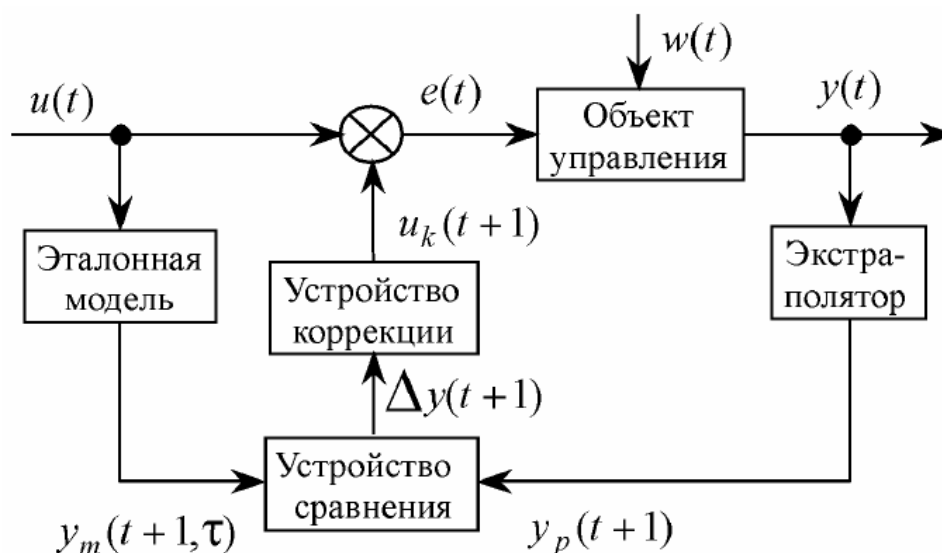


Рисунок 3. – Структурная схема системы противоаварийного управления техническим объектом

3. Разработка технико-эксплуатационных требований и рекомендаций по построению систем ПАУ СЭУ.

В рамках третьей главной задачи были поставлены и решены следующие вспомогательные задачи:

- оценка эффективности систем управления с противоаварийными функциями СЭУ;
- выработка научно-обоснованных рекомендаций по проектированию систем ПАУ СЭУ;
- разработка научно-обоснованных рекомендаций по обеспечению бесперебойной работы СЭУ во время эксплуатации.

Кроме того, для оценки эффективности систем с ПАУ предложена методика сравнительной оценки качественных показателей систем аналогов, основанная на сравнении реальной (проектируемой) системы с гипотетической системой, имеющей объем автоматизации, полученный в результате объединения всех автоматизированных функций объектов аналогов [3].

Наиболее эффективная система будет иметь коэффициент функциональной полноты ПАУ, который вычисляется по формуле:

$$K_c = \frac{N_{\text{фсо}}^c \cdot N_{\text{эс}}^c \cdot \eta^c}{N_{\text{фсо}}^r \cdot N_{\text{эф}}^r \cdot \eta^r},$$

где: $N_{\text{фсо}}^c$ – число функций ПАУ сравниваемой системы; $N_{\text{эс}}^c$ – число элементарных функций сравниваемой системы; $\eta^c = \sum \mu_{ij}^c$ – приведенный вес объема автоматизации системы; $N_{\text{фсо}}^r$ – число функций ПАУ гипотетического объекта; $N_{\text{эф}}^r$ – число элементарных функций гипотетического объекта; с



$\eta^F = \sum \mu_{ij}^F$ – вес гипотетического объема автоматизации.

В качестве рекомендаций по проектированию был предложен двухэтапный подход к синтезу систем управления объектами с функциями ПАУ, при котором:

а) сначала осуществляют синтез структурной части системы, обеспечивающей управление объекта в нормальном режиме (малые отклонения регулируемой величины и возмущения), где используются методы теорий инвариантного и оптимального управления, причем в закон регулирования следует включать управляющие сигналы, пропорциональные не только первой, но и второй производной от величины отклонения определяющего параметра и возмущающего воздействия, которые будут осуществлять упреждающие воздействия для предупреждения аварии;

б) затем — синтез структурной части системы, обеспечивающей управление регулируемой величиной в ненормальных режимах (большие отклонения), где используются методы синтеза нелинейных систем.

Моделирование предложенных структур и алгоритмов систем ПАУ подтвердили, что целевая функция систем ПАУ может быть реализована на базе двухуровневой распределенной структуры МПСУ, реализующей научно-обоснованные алгоритмы ПАУ, обеспечивающие бесперебойное выполнение рабочих функций СЭУ при непрерывно меняющихся условиях.

Алгоритмы нижнего уровня (локальные подсистемы и регуляторы) обеспечивают локализацию внезапных отказов, контроль перехода объекта из одного установившегося состояния в другое и прогноз его протекания. В случае отрицательного прогноза осуществляется необходимое противоаварийное действие по выполнению данной функции.

Алгоритмы второго уровня осуществляют предсказание аварий путем прогнозирования и необходимые предупредительные действия. В случае отказа локальной системы управления этот уровень берет управление объектом на себя, с некоторым ухудшением качества.

В работе установлено, что повышение бесперебойности работы СЭУ может быть достигнуто путем создания систем управления ТС, реализующих научно-обоснованные принципы и алгоритмы противоаварийного управления, которые позволяют предсказывать и предвидеть аварийные ситуации.

Разработанные принципы построения систем управления СЭУ позволяют выйти на качественно новый уровень комплексной автоматизации морских судов, бесперебойность работы судовых технических средств, безопасную эксплуатацию морского судна в целом, а также способствуют развитию систем управления современных морских судов.

Литература:

1. Луковцев В.С. Противоаварийное управление судовыми энергетическими установками // Судовые энергетические установки: Науч.-техн. сб. – Одесса: ОГМА, 2004. – Вып. 11. – С. 86-94.
2. Луковцев В.С. Обобщенный параметр оценки бесперебойности режима



работы судовой электростанции // Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – Одесса: ОГМА, 2001. – Вып. 6. – С. 77-78.

3. Луковцев В.С. Критерий сравнительной оценки технических объектов // Прикладная математика в инженерных и экономических расчетах: Сб. науч. тр. – СПб: СПГУВК, 2001. – С. 62-65.

Abstract. *The results of the research are presented in the creation of effective means for emergency control of technical objects by the example of ship power plants that allow predicting, preventing, localizing accidents and restoring the normal operation of the ship power plants.*

Key words: *ship power plants, emergency situation, intellectual support system, ship's technical means.*

References:

1. Lukovtsev V.S. Emergency control of shipborne power plants. [Ship power plants: Scientific and technical. Sat.], Odessa: OGMA, 2004, Issue. 11, pp. 86-94.

2. Lukovtsev V.S. The generalized parameter of an estimation of a continuity of a mode of work of ship power station. [Automation of ship technical means: науч.-tehn. Sat.], Odessa: OGMA, 2001, Issue. 6, pp. 77-78.

3. Lukovtsev V.S. Criterion of comparative evaluation of technical objects. [Applied mathematics in engineering and economic calculations: Sat. sci. tr.], SPb: SPGUVK, 2001, pp 62-65.



УДК 537.612

RECEIVE THE FORMULA OF ENERGY OF INTERACTION OF CURRENT
COILS FOR DIFFERENT CONFIGURATIONSПОЛУЧЕНИЕ ФОРМУЛЫ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОКОВЫХ ВИТКОВ
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЙNadrshina Y. K./Надршина Я.К.
student / студентLapin N. I./Лапин Н.И.
с.ph-mat.s. / к.физ.-мат.н., доц.
ORCID: 0000-0003-4075-4731
SPIN: 9807-5690Нижегородский государственный педагогический университет имени К.Минина, Нижний
Новгород, ул. Ульянова, 1, 604950

Аннотация: В данной работе рассматривается система взаимодействия токовых витков. На основе данной системы, была получена универсальная формула для энергии взаимодействия двух и более токовых витков при различной конфигурации. Также рассмотрены частные случаи применения данной формулы.

Ключевые слова: энергия взаимодействия, круговые токи

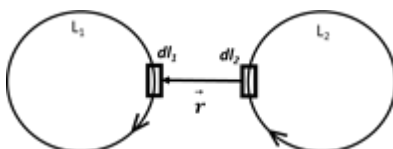
Вступление.

На сегодняшний день магнитные поля являются неотъемлемой частью нашей жизни. Работа многих приборов и процессов основывается на электромагнитных явлениях. В свою очередь ряд задач электродинамики приводит к проблеме связи краевых условий для двух и большего числа тел. В этом случае возникают трудности из-за необходимости решения граничной задачи математической физики со сложной конфигурацией границы. Следовательно, возникает проблема описания взаимодействия в наиболее удобной форме для исследования.

Целью данной работы являлось вывести универсальную формулу для энергии взаимодействия двух и более токовых витков при различной конфигурации.

Вывод формулы энергии взаимодействия двух токовых витков

Для вывода формулы взаимодействия рассмотрим два витка с током и найдем силу взаимодействия данных витков (рис. 1). Каждый из проводников создает магнитное поле, которое действует по закону Ампера на другой проводник с током. Рассмотрим, с какой силой действует магнитное поле тока I_1 на элемент dl второго проводника с током I_2 . Ток I_1 создает вокруг себя магнитное поле, запишем выражение для вектора $\vec{B}$:

**Рисунок 1. Взаимодействие двух витков.**



$$d\vec{B}_1 = kI_1 \frac{[\vec{dl} \times \vec{r}]}{|\vec{r}|^3} \quad (1)$$

$$d\vec{B}_2 = kI_2 \frac{[\vec{dl} \times \vec{r}]}{|\vec{r}|^3} \quad (2)$$

Для определения силы взаимодействия двух токов применим закон Ампера, тогда сила взаимодействия проводников равна:

$$d\vec{F}_{12} = kI_1 [\vec{dl} \times d\vec{B}_2] = kI_1 \frac{[\vec{dl}_1 \times [I_2 \vec{dl}_2 \times \vec{r}]]}{|\vec{r}|^3} = kI_1 I_2 [\vec{dl}_1 \times [\vec{dl}_2 \times \vec{r}]] \quad (3)$$

$$\vec{F}_{12} = \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{kI_1 I_2}{|\vec{r}|^3} [\vec{dl}_1 \times [\vec{dl}_2 \times \vec{r}]] \quad (4)$$

$$\vec{F}_{12} = kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{[\vec{dl}_1 \times [\vec{dl}_2 \times \vec{r}]]}{|\vec{r}|^3} \quad (5)$$

Рассмотрим подробно векторное произведение

$$\vec{F}_{12} = kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \left(\vec{dl}_1 \left(\vec{dl}_2, \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3} \right) - \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3} (\vec{dl}_1, \vec{dl}_2) \right) \quad (6)$$

Первое слагаемое в интеграле является полным дифференциалом по dl_1 и не дает вклада, так как путь интегрирования замкнут.

$$\vec{F}_{12} = kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \left(- \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3} (\vec{dl}_1, \vec{dl}_2) \right) \quad (7)$$

$$\vec{F}_{12} = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3} (\vec{dl}_1, \vec{dl}_2) \quad (8)$$

Линейные интегралы берутся здесь вдоль контуров токов, $\vec{r}$ — радиус-вектор, проведенный от элемента длины dl_2 к dl_1 , как показано на рисунке 2.

Введем единичный вектор $\frac{\vec{r}}{r} = \vec{r}_0$

$$\vec{F}_{12} = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{\vec{r}}{r} \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r^2} = -\vec{r}_0 kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r^2} \quad (9)$$

Рассмотрим силу, как взятый с обратным знаком градиент потенциальной энергии U , тогда

$$\vec{F}_{12} = -\nabla U = -\frac{\partial U}{\partial r} \vec{r}_0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial U}{\partial r} = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r^2} \quad (11) \oint_{L_1} \oint_{L_2}$$

Проинтегрируем выражение 11 и найдем значение энергии

$$U = -kI_1 I_2 \int_r \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r^2} dr = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \int_r \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r^2} dr =$$

$$-kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \int_r \frac{dr}{r^2} (\vec{dl}_1, \vec{dl}_2) \quad (12)$$

$$U = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r} \quad (13)$$



В выражении 13 интегрирование производится по обоим контурам L_1 и L_2 , причем каждый элемент длины dl_1 контура L_1 должен быть скалярно помножен на каждый элемент dl_2 контура L_2 и полученное произведение разделено на расстояние между элементами. Выражение 13 является универсальной формулой расчета энергии взаимодействия двух и более токовых витков при различной конфигурации.

Энергия взаимодействия двух параллельных токовых витков

Проверим работу данной формулы на примере взаимодействия двух токовых витков расположенных, как показано на рис. 2.

Если рассмотреть случай, изображенный на рисунке 2а, можно сразу сделать вывод о том, что энергия взаимодействия будет равна 0, так как $\cos \alpha = 0$

Рассмотрим второй случай, изображённый на рис. 2б. В данном случае система двух тонких витков, расположенных в параллельных плоскостях на расстоянии d друг от друга, центры которых лежат на одной оси. Сравним расчет энергии взаимодействия с помощью формулы 20 и стандартным способом нахождения энергии.

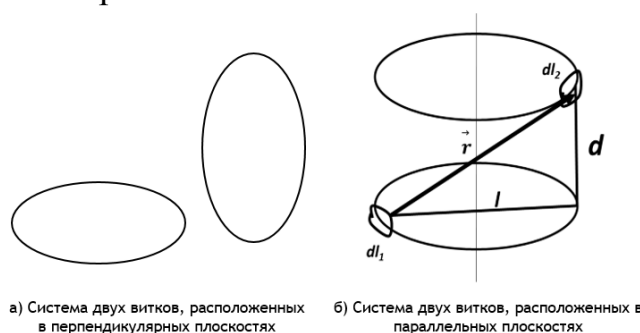


Рисунок 2. Два параллельных витка с током

Расчет энергии взаимодействия стандартным способом

Токи I_1 и I_2 создают вокруг себя магнитное поле, запишем выражение для векторов $\vec{B}_{1,2}$:

$$d\vec{B}_1 = kI_1 \frac{[\vec{dl}_1 \times \vec{r}]}{|\vec{r}|^3} = kI_1 \frac{\vec{dl}_1 r_{12} \sin(\vec{dl}_1, \vec{r})}{|\vec{r}|^3} \quad (14)$$

$$d\vec{B}_2 = kI_2 \frac{[\vec{dl}_2 \times \vec{r}]}{|\vec{r}|^3} = kI_2 \frac{\vec{dl}_2 r_{12} \sin(\vec{dl}_2, \vec{r})}{|\vec{r}|^3} \quad (15)$$

Исходя из выражений 3, 8, запишем результат для силы взаимодействия витков, где $\sin \alpha = 1$ – угол между элементом dl_1 и вектором магнитной индукции $\vec{B}_1$

$$\vec{dF}_{12} = I_1 B_2 dl_1 \sin \alpha = I_1 dl_1 k I_2 \frac{l_2}{|\vec{r}|^3} \sin \alpha \quad (16)$$

$$\vec{F}_{12} = k I_1 I_2 \frac{l_1 l_2 \sin \alpha}{|\vec{r}|^3} = k I_1 I_2 \frac{l_1 l_2}{|\vec{r}|^3} \quad (17)$$

Рассмотрим силу, как взятый с обратным знаком градиент потенциальной энергии U , на основе выражений 10-13 получим значение энергии



взаимодействия двух витков. Из геометрических параметров заменим $r = \sqrt{d^2 + l^2}$ (18), где d —расстояние между витками, l —диаметр нижнего кольца.

Тогда энергия взаимодействия витков будет иметь вид:

$$U = -kI_1 I_2 l_1 l_2 \int \frac{dr}{r^2} = \frac{kI_1 I_2 l_1 l_2}{r} = \frac{kI_1 I_2 l_1 l_2}{\sqrt{d^2 + l^2}} \quad (19)$$

Расчет энергии взаимодействия с помощью полученной формулы

Применим формулу 20 и найдем энергию взаимодействия данных витков. Угол между элементами dl_1 и dl_2 равен 0, следовательно, косинус угла между элементами dl_1 и dl_2 равен 1. С учетом этого раскроем скалярное произведение данных элементов

$$U = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{(\vec{dl}_1, \vec{dl}_2)}{r} = -kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{dl_1 dl_2 \cos \alpha}{r} = kI_1 I_2 \oint_{L_1} \oint_{L_2} \frac{dl_1 dl_2}{r} \quad (20)$$

С учетом геометрических параметров, проинтегрируем выражение 20.

$$U = kI_1 I_2 \frac{l_1 l_2}{\sqrt{d^2 + l^2}} \quad (21)$$

Результат расчета по полученной формуле полностью совпал с результатом расчета стандартным способом, что подтверждает правильность и применимость данной формулы.

Заключение и выводы.

В ходе работы была получена универсальная формула для расчета энергии взаимодействия токовых витков для различных конфигураций. Данная формула была проверена на частном случае, результат расчета по данной формуле полностью совпал с теоретическим расчетом стандартным методом. При этом расчет по формуле занял значительно меньше времени, что говорит о ее эффективности. Стоит учесть, что данную формулу можно легко преобразовать для системы соленоидов.

Литература

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества: Учебное пособие для вузов.—11 изд. испр. и доп. —М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
2. Смайт В. Электростатика и электродинамика —М.: ИЛ, 1954.
3. Стреттон Дж.А. Теория электромагнетизма. М.: ГИТТЛ, 1948. —540 2006.
4. Ю.М. Урман, Н.И. Лапин Теорема сложения для тензорных решений уравнения Гельмгольца // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011, № 5 (1), с. 137–143

Abstract. In this paper we consider the system of interaction of current coils. On the basis of this system, a universal formula for the interaction energy of two or more current coils in different configurations was obtained. The special cases of application of this formula are also considered.

Key words: energy of interaction, circular currents

References:

1. Tamm I. E. fundamentals of the theory of electricity: a textbook for universities.-11 ed. ISPR. and DOP. - M.: FIZMATLIT, 2003.
2. Smythe V. Electrostatics and electrodynamics —M.: IL, 1954.
3. Stretton John.A. theory of electromagnetism. M.: gittl, 1948. -540 2006.
4. Yu. M. Urman, N. So. Lapin addition Theorem for tensor solutions of Helmholtz equation / Bulletin of Nizhny Novgorod University. N. And. Lobachevskogo, 2011, no. 5 (1), pp. 137-143



УДК 537.533.7

PECULIARITIES OF VIRTUAL CATHODE FORMATION IN TUBULAR ELECTRON BEAM IN CROSSED FIELDS OF COAXIAL CYLINDERS

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО КАТОДА В ТРУБЧАТОМ ЭЛЕКТРОННОМ ПОТОКЕ В СКРЕЩЕННЫХ ПОЛЯХ КОАКСИАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ

Alikov S.A. / Аликов С.А.
postgraduate / аспирант

Shein A. G. / Шейн А. Г.
d.p.-m.s., prof. / д.ф.-м.н., проф.

Volgograd State Technical University, Volgograd, Lenin Ave. 28, 400131

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, пр. Ленина 28, 400131

Аннотация. В работе рассматривается явление формирования виртуального катода в трубчатом электронном потоке с продольным магнитным и поперечным электрическим полем коаксиальной структуры. Приведены результаты численного моделирования динамики электронных пучков в данных полях методами «частица-частица» с учетом эффектов запаздывания. Изучено влияние электрического поля коаксиальной системы на образование виртуального катода и срыв электронного облака. С увеличением по модулю электрического поля образование виртуального катода происходит раньше, а срыв электронного облака происходит позже. Знак разности потенциалов между коаксиальными цилиндрами на данные эффекты не влияет.

Ключевые слова: трубчатый релятивистский электронный поток, эффект запаздывания, потенциалы Лиенара-Вихерта, метод крупных частиц, скрещенные поля.

Вступление.

Одной из основных задач современной СВЧ-электроники является изучение образования виртуальных катодов в приборах различного типа. Явление виртуального катода обычно считается паразитным, хотя и нашло свое применение в генераторах известных как виркаторы.

Особый интерес с точки зрения теории и практики играет образование виртуального катода в трубчатых релятивистских электронных потоках [1, 2]. Обычно данную задачу рассматривают в системе из проводящего цилиндра. Данная работа направлена на изучение явления виртуального катода в системе коаксиальных цилиндров. Возможность подать на цилиндры разность потенциалов позволяет изучить влияние электрического поля системы на динамику электронного потока в скрещенных полях с учетом эффектов запаздывания электромагнитного поля [3, 4].

Геометрия системы и основные положения модели

Геометрия системы и основные обозначения представлены на рисунке 1. Здесь 1 – инжектор, 2 – катод системы радиуса R_1 , 3 – анод системы радиуса R_2 . Между катодом и анодом приложено напряжение U , которое создает в системе неоднородное электрическое поле с единственной r -компонентой:

$$E_r = -\frac{U}{\ln(R_2 / R_1)} \frac{1}{r} = -\frac{A}{r}. \quad (1)$$



Магнитное поле направлено вдоль оси z .

Изучение динамики электронного потока проводится с помощью метода крупных частиц, который позволяет снизить вычислительную сложность задачи. В данном методе группа частиц заменяется одной частицей с зарядом и массой, связанными с количеством частиц в группе – коэффициентом укрупнения k :

$$m = km_e, \quad q = -ke. \quad (2)$$

Здесь m_e – масса электрона, а e – модуль его заряда. Частицы инжектируются с кольцевой поверхности 1. Поток рассматривается как моноскоростной, обладающий единственной компонентой скорости V_z .

В программе численного моделирования коэффициент укрупнения рассчитывался из известной плотности пространственного заряда ρ , количества крупных частиц N , попадающих в пространство взаимодействия за время Δt (шаг по времени в численной схеме) и начальной скорости V_z . Для потока с площадью S в плоскости $z = 0$:

$$k = \frac{|\rho|SV_z\Delta t}{Ne}. \quad (3)$$

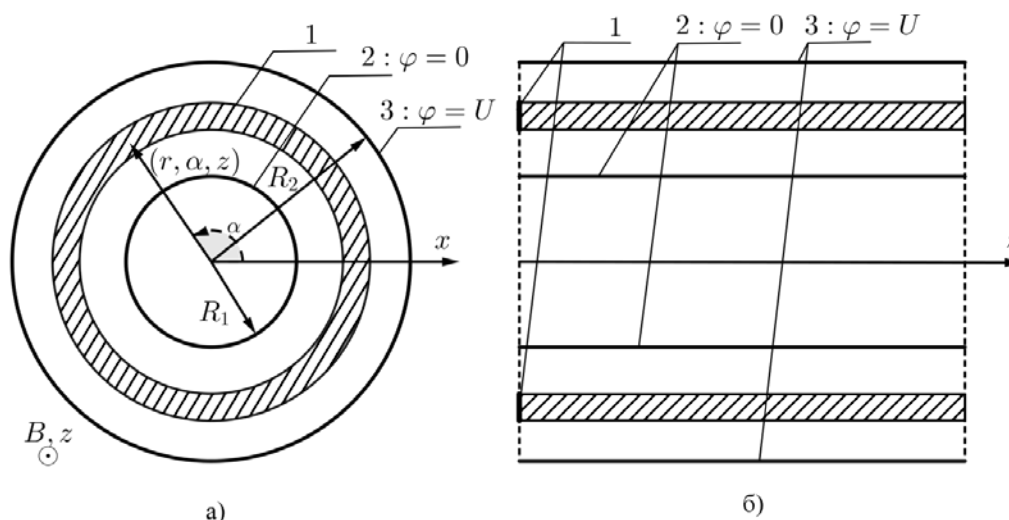


Рис. 1. Геометрия системы: а) вид в плоскости (x, y) ; б) вид в плоскости (z, x) ; 1 – инжектор; 2 – катод; 3 – анод

Уравнения движения i -й крупной частицы:

$$\frac{d\vec{p}_i}{dt} = q \left[\vec{E} + \sum_{i,j \neq i} \vec{E}_{ji} + \frac{\vec{p}_i c}{\sqrt{p_i^2 + m^2 c^2}} \times \left[\vec{B} + \sum_{i,j \neq i} \vec{B}_{ji} \right] \right], \quad (4)$$

$$\frac{d\vec{r}_i}{dt} = \frac{\vec{p}_i c}{\sqrt{p_i^2 + m^2 c^2}}.$$

Здесь $\vec{E}$ – неоднородное поле (1), создаваемое в системе коаксиальных цилиндров разностью потенциалов U , $\vec{B}$ – однородное магнитное поле,



направленное вдоль z , суммы $\sum_{i,j \neq i} \vec{E}_{ji}$, $\sum_{i,j \neq i} \vec{B}_{ji}$ содержат вклад поля пространственного заряда. Каждое слагаемое суммы представляет собой электрическое и магнитное поле соответственно, создаваемое j -й крупной частицей в точке с i -й крупной частицей. Для учета эффектов запаздывания, которые играют существенную роль в релятивистских электронных пучках, данные слагаемые рассчитывались по соотношениям Лиенара-Вихерта в предположении, что частицы являются точечными. Аналогичные соотношения справедливы и для шарообразных частиц в собственной системе отсчёта вне пределов границы шара. Если ввести обозначения [5]:

$$\vec{R} = \vec{r}_i(t) - \vec{r}_j(\tau), \quad R = |\vec{R}|, \quad \vec{n} = \frac{\vec{R}}{R}, \quad (5)$$

то

$$\begin{aligned} \vec{E}_{ji} = & -\frac{ke}{4\pi\epsilon_0 R^2} \frac{1}{\left(1 - \frac{\vec{n} \cdot \vec{v}_j(\tau)}{c}\right)^3} \times \left[\left(1 - \frac{v_j^2(\tau)}{c^2}\right) \left(\vec{n} - \frac{\vec{v}_j(\tau)}{c}\right) + \right. \\ & \left. + \frac{R}{c^2} \vec{n} \times \left(\left(\vec{n} - \frac{\vec{v}_j(\tau)}{c}\right) \times \vec{a}_j(\tau) \right) \right]; \\ \vec{B}_{ji} = & \frac{\vec{n} \times \vec{E}_{ji}}{c}. \end{aligned} \quad (6)$$

Момент времени в прошлом τ определяется из соотношения:

$$\tau = t - \frac{R(\tau)}{c}. \quad (7)$$

При численной реализации данное уравнение решается с помощью метода сфер. Для каждой пары частиц программа находит целое число l такое, что i -я частица оказывается между сферами радиусов $lc\Delta t$ и $(l+1)c\Delta t$ с центрами в точках $\vec{r}_i(t-l\Delta t)$, $\vec{r}_j(t-(l+1)\Delta t)$ соответственно. Решение уравнений движения проводится методами Рунге-Кутты 4-го порядка по импульсам и обобщённым на вторую производную методом Эйлера по координатам.

Обсуждение результатов

В ходе работы проводилось численное моделирование динамики электронных потоков при различных величинах разности потенциалов U . На рисунке 2 приведены формы потоков в плоскостях rOz и αOz при скорости $V_z = 0,8c$. Параметры расчётов: $\rho = -0,5$ Кл/м³, $B = 1$ Тл, внутренний радиус кольцевой инжектирующей площадки 1,5 см, внешний радиус 1,6 см, радиус катода 1 см, радиус анода 2 см, шаг по времени $\Delta t = 1$ пс, количество крупных частиц, инжектируемых в пространство взаимодействия за шаг $N = 30$. При магнитном поле $B = 1$ Тл в отсутствие электрического поля и при данных параметрах расчёта, как видно из рисунка 2а, образуется виртуальный катод –



появляется обратный ток (нижняя линия на зависимости тока от координаты).

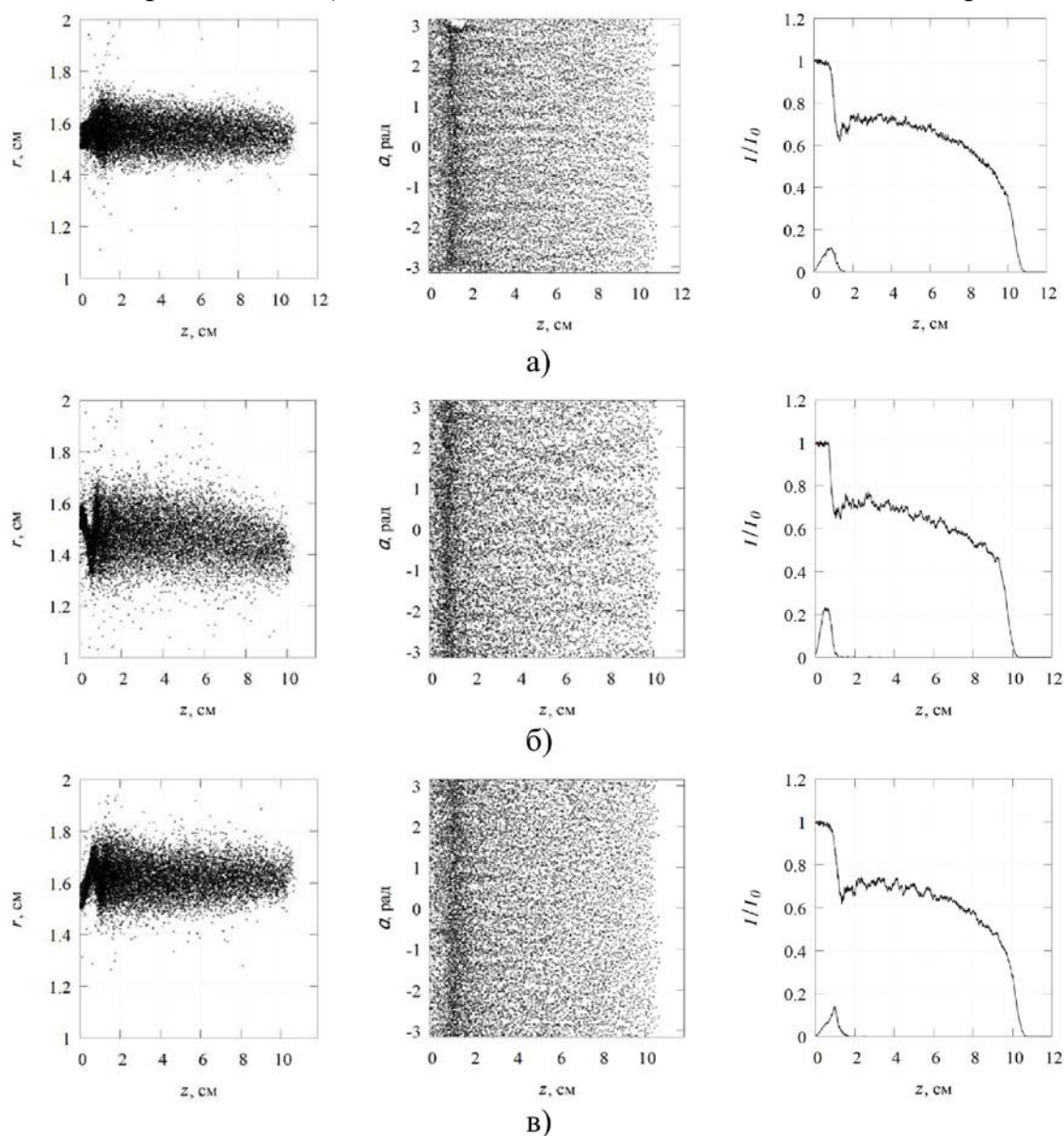


Рис. 2. Формы потоков в момент времени $t = 400$ пс и зависимость силы тока от координаты: а) без электрического поля; б) $U = -1$ МВ; в) $U = 500$ кВ

Формирование виртуального катода начинается в каждом из трех случаев в разное время. Обратный ток для случая, когда электрическое поле отсутствует, появляется в промежутке времени от 220 до 240 пс, в случае $U = -1$ МВ от 160 до 180 пс, в случае $U = 500$ кВ от 200 до 220 пс. Как следует из рисунка 2, электрическое поле влияет на величину амплитуды обратного тока и при больших значениях электрического поля приводит к тому, что виртуальный катод формируется ближе к инжектору. Как и в работах [1, 2] поперечные колебания электронов в потоке играют существенную роль при образовании виртуального катода. Расчёты показывают, что появление дополнительного электрического поля в поперечном сечении приводит к тому, что виртуальный катод формируется раньше. Явление срыва виртуального катода приведено на рисунке 3.

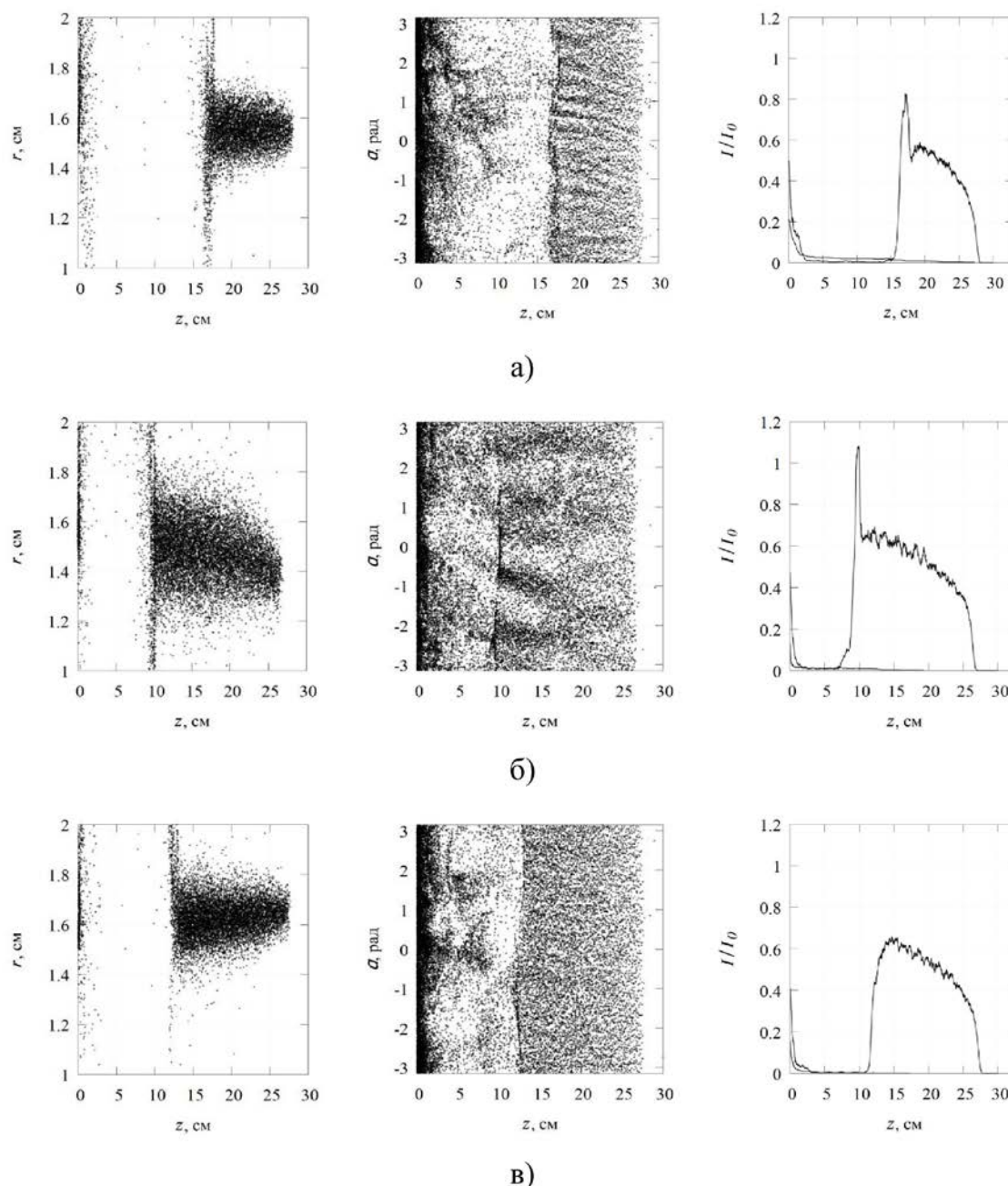


Рис. 3. Формы потоков в момент времени $t = 1000$ пс и зависимость силы тока от координаты: а) без электрического поля; б) $U = -1$ МВ; в) $U = 500$ кВ

Срыв виртуального катода и движение сгустка электронов к коллектору наоборот с появлением электрического поля происходит позднее. В отсутствие электрического поля срыв происходит в промежутке времени от 440 до 460 пс, при $U = -1$ МВ от 680 до 700 пс, при $U = 500$ кВ от 560 до 580 пс. При этом существенное число электронов покидает пространство взаимодействия, оседая на аноде системы. Формы потоков и зависимости силы тока от координаты представлены на рисунке 3 в момент времени $t = 1000$ пс.

Заключение и выводы.

Увеличение электрического поля между цилиндрами до значений порядка скорости электронов, умноженных на величину продольного магнитного поля, приводит к тому, что сила, действующая на электроны со стороны



электрического поля, начинает по порядку совпадать с силой, действующей со стороны магнитного поля. Проявляются колебания электронов в поперечном сечении, которые в свою очередь способствуют появлению в системе обратного тока и формированию виртуального катода. Данный эффект не зависит от знака радиальной компоненты электрического поля. Чем больше поле, тем раньше появляется виртуальный катод и позднее происходит срыв облака электронов и его движение к коллектору. С другой стороны амплитуда колебаний электронов в поперечном сечении с ростом электрического поля возрастает, и поток начинает оседать на границы пространства взаимодействия.

Литература:

1. Hramov A.E., Koronovskiy A.A., Kurkin S.A., Rempen I.S. Chaotic oscillations in electron beam with virtual cathode in external magnetic field // International Journal of Electronics. – 2011. – V. 98, № 11. – P. 1549-1564.
2. Куркин С.А., Храмов А.Е. Формирование виртуального катода в трубчатом электронном потоке во внешнем магнитном поле // Письма в ЖТФ. – 2009. – Т. 35, № 1. – С. 48-54.
3. Ковтун Д.Г., Кравченя П.Д., Шеин А.Г. Влияние металлических стенок пространства взаимодействия на форму релятивистских электронных потоков, движущихся в скрещенных полях // Изв. ВолгГТУ. – 2011. – Т. 5, № 6. – С. 30-36.
4. Shein A.G., Bakulin V.M., Mutovkin A.N. Computing the Space-Charge Fields of M-Type Tubes // Journal of Communications Technology and Electronics. – 2000. – Vol.45, Is.10. – P. 1146-1149.
5. Федорченко А.М. Теоретическая физика. Классическая электродинамика : учеб. пособие. – Киев : Выща школа. Головное издательство, 1988. – 280 с.

Abstract.

Introduction

Of particular interest from the point of view of theory and practice is the formation of a virtual cathode in tubular relativistic electron beams [1, 2]. Usually this problem in a system of a conducting cylinder is considered. This work at studying the virtual cathode phenomenon in a system of coaxial cylinders is aimed. The possibility of applying a difference of potentials to the cylinders makes it possible to study the influence of the electric field (1) of the system on the dynamics of the electron beam in crossed fields, taking into account the electromagnetic field delay effects [3, 4].

The geometry of the system and the basic concepts of the model

This section contains the main concepts of the model. Figure 1 shows the geometry of the system. Here 1 is the injector, 2 is the cathode of the system of radius R_1 , 3 is the anode of the system of radius R_2 . A voltage is applied between the cathode and the anode, which creates in the system an inhomogeneous electric field with a single component (Eq. 1). The magnetic field is directed along the z-axis. In the program for numerical simulation, a model of large particles is realized. The coefficient of enlargement k is determined by the expression (Eq. 3) and is related to the characteristics of the beam such as the density of space charge ρ , the number of large particles entering the interaction space in time step of the numerical scheme N , the initial velocity V_z , and the area of the injector S by expression (Eq. 3). Equations of a large particle motion by expression (Eq. 4) are given. Taking into account the delay effects, the field of the space charge is calculated



by the sphere method and expressions (Eq. 5) - (Eq. 7).

The discussion of the results

It is shown in this section that the presence of a transverse electric field leads to the formation of a virtual cathode begins earlier (Figure 2), and the phenomenon of electron beam interruption occurs later (Figure 3).

Key words: tubular relativistic electron beam, the delay effect, Lienard-Wiechert potentials, large particle method, crossed field.

References:

1. Hramov A.E., Koronovskiy A.A., Kurkin S.A. and Rempen I.S. (2011). Chaotic oscillations in electron beam with virtual cathode in external magnetic field. *International Journal of Electronics*, 98(11), pp.1549-1564.
2. Kurkin S.A. and Hramov A.E. (2009). Formirovanie virtual'nogo katoda v trubchatom ehlektronnom potoke vo vneshnem magnitnom pole. *Technical Physics Letters*, 35(1), pp.48-54.
3. Kovtun D.G., Kravchenya P.D. and Shein A.G. (2011). Vliyanie metallicheskih stenok prostranstva vzaimodejstviya na formu relyativistskih ehlektronnyh potokov, dvizhushchihsya v skreshchennyh polyah. *Izv. VolgGTU*, 5(6), pp.30-36.
4. Shein A.G., Bakulin V.M., and Mutovkin A.N. (2000). Computing the Space-Charge Fields of M-Type Tubes. *Journal of Communications Technology and Electronics*, 45(10), pp.1146-1149..
5. Fedorchenko A.M. (1988). *Teoreticheskaya fizika. Klassicheskaya ehlektrodinamika*. Kiev: Vyshcha shkola. Golovnoe izdatel'stvo, p.280.

Статья отправлена: 15.05.2018 г.

© Аликов С.А.



УДК 550.832

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL FACTORS AT THE GAMMA-GAMMA-DENSITE LOGGING**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЕОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПОКАЗИ ГАММА-ГАММА-ГУСТИННОГО КАРОТАЖУ****Fedoriv V.V. / Федорів В.В.***s.geol.s., as.prof. / к.геол.н., доц.**Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas**Ivano-Frankivsk, Karpatskaya 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, 76019,*

Анотація. У роботі розглядається аналіз впливу геологічних чинників на результати досліджень гамма-гамма-густинного каротажу. Однією із актуальних задач нафтогазопромислової геофізики є перехід на новий інформаційний рівень, який забезпечує кількісне визначення фільтраційно-ємнісних параметрів на основі комплексної інтерпретації отриманих матеріалів. Одним із перспективних способів визначення фільтраційно-ємнісних параметрів порід-колекторів є використання результатів гамма-гамма-густинного каротажу, який дозволяє із певною точністю визначити коефіцієнт пористості.

У результаті аналізу встановлено, що на результати досліджень гамма-гамма-густинним каротажем впливає: природна радіоактивність та товщина порід-колекторів, що досліджуються, а також товщина, речовинний склад і густина проміжного середовища.

Ключові слова: густина, природна радіоактивність, гамма-гамма-густинний каротаж

Вступ.

Однією із актуальних задач нафтогазопромислової геофізики є перехід на новий інформаційний рівень, який забезпечує кількісне визначення фільтраційно-ємнісних параметрів на основі комплексної інтерпретації отриманих матеріалів. До фільтраційно-ємнісних параметрів порід-колекторів слід віднести проникність, пористість, залишкова водо-, нафто- та газонасиченість і ряд інших. Одним із перспективних способів визначення фільтраційно-ємнісних параметрів порід-колекторів є використання результатів густинного гамма-гамма каротажу (ГГКг), який дозволяє із певною точністю визначити коефіцієнт пористості. Даний спосіб полягає у переході від об'ємної густини до пористості. Для достовірності визначення даного параметру за даними ГГКг слід встановити, в якій мірі впливають геологічні фактори на покази даного методу.

Огляд літератури.

Питанням щодо використання результатів густинного гамма-гамма-каротажу при визначенні коефіцієнта пористості займалося ряд науковців, а саме: Ю.А. Гулін, В.Н. Дахнов, В.В. Ларіонов, Р.А. Резванов, М.Г. Латишова, Б.Ю. Вендельштейн, В.П. Тузов та інші [1, 2, 3, 4]. Проблема, яка виникає при



інтерпретації результатів густинного гамма-гамма-каротажу, пов'язана у більшості випадків із не врахування впливу геологічних факторів на покази даного методу, зокрема: мінералогічний склад скелету породи, товщина, склад і густина проміжного середовища та ряд інших факторів. Тому, на нашу думку, необхідно розглянути в якій мірі та при яких умовах будуть впливати геологічні фактори на покази густинного гамма-гамма-каротажу.

Основний текст.

Сутність методу полягає у реєстрації по стовбуру свердловини інтенсивності гамма-випромінювання джерела (встановленого у глибинному приладі) розсіяного породами, які оточують свердловину.

Вихідним положенням при обґрунтуванні параметру, який вимірюється є той факт, що покази ГГК-Г у будь-якому довільному середовищі 1 будуть такими ж, як і в середовищі 2 якщо рівні електронні густини середовищ: $\sigma_e(1) = \sigma_e(2)$.

У якості "основного" середовища (породи), для якого будуються інтерпретаційні залежності та алгоритми обробки показів ГГК-Г, вибраний водонасичений вапняк (кальцит CaCO_3). В цьому випадку виміряне значення густини співпадає з дійсною об'ємною густиною середовища, що досліджується. Для всіх інших літотипів порід і при іншому характері їх насичення виміряне значення густини (дамо їй назву "еквівалентної" густини $\sigma_{\text{екв}}$) буде відрізнятися від дійсного.

Таким чином, виміряний параметр ГГК-Г – еквівалентна густина породи. Вона дорівнює об'ємній густині водонасиченого вапняку, що володіє такою ж електронною густиною, як і досліджена порода.

Припустимо, маємо породу довільного складу з електронною густиною σ_e . Покази у породі, що досліджується, будуть дорівнювати показам у пласті водонасиченого вапняку з коефіцієнтом загальної пористості K_p , якщо

$$\sigma_e = (1 - K_p)\sigma_e(\text{CaCO}_3) + K_p \sigma_e(\text{H}_2\text{O}), \quad (1)$$

де K_p визначають:

$$K_p = (\sigma_m - \sigma_{\text{об(вап)}}) / (\sigma_m - \sigma_v). \quad (2)$$

Підставляючи (2) і чисельне значення $\sigma_e(\text{CaCO}_3) = 2708 \text{ кг/м}^3$, $\sigma_e(\text{H}_2\text{O}) = 1110 \text{ гк/м}^3$, $\sigma_m = 2710 \text{ кг/м}^3$, $\sigma_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ у (1), отримуємо значення еквівалентної густини породи, що досліджується, яке дорівнює об'ємній густині водонасиченого вапняку:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_{\text{об(вап)}} = 1,07 \sigma_e - 188, \text{ кг/м}^3. \quad (3)$$

Для більшості типів порід-колекторів нафти і газу – вапняків, доломітів, кварцових та поліміктових пісковиків – параметр, що вимірюється $\sigma_{\text{екв}}$ з похибкою, яка не перевищує $\pm 20 \text{ кг/м}^3$, дорівнює об'ємній густині порід $\sigma_{\text{об}}$. У інших породах, наприклад у пластах гіпсу, кам'яної солі та ін., необхідно коректувати значення густини.

З теоретичних і експериментальних даних випливає, що у діапазоні густин від 2000 до 3000 кг/м^3 логарифми показів малого і великого зондів ГГК-Г, а також їх відношення для апаратури СГП2-АГАТ, лінійно залежать



від густини порід. Об'ємну густину порід можна визначити за рішенням системи рівнянь:

$$\begin{aligned} \lg \frac{J_1}{J_{1\text{ет}}} &= q_1 \sigma_{об1} + b_1 \\ \lg \frac{J_2}{J_{2\text{ет}}} &= q_2 \sigma_{об2} + b_2 \end{aligned} \quad (4)$$

де $J_1/J_{1\text{ет}}$, $J_2/J_{2\text{ет}}$ – відповідно, відносні покази малого та великого зондів ГГК-Г; q_1, q_2 – тангенси кута нахилу прямих до осі абсцис; b_1, b_2 – сталі коефіцієнти для малого і великого зондів ГГК-Г; $\sigma_{об1}$, $\sigma_{об2}$ – значення об'ємної густини, які визначаються за відносними показами малого та великого зондів ГГК-Г.

Так як відносні покази зондів ГГК-Г $J_1/J_{1\text{ет}}$, $J_2/J_{2\text{ет}}$ залежать від наявності проміжного середовища між поверхнею вимірювальної установки та пластами, що досліджуються, зв'язок значень густин породи, що визначаються за показами окремих зондів, з її дійсним значенням можна уявити наступним чином:

$$\begin{aligned} \sigma_{од1} &= \sigma_{об1} + \Delta_1 \cdot h_{nc} \\ \sigma_{од2} &= \sigma_{об2} + \Delta_2 \cdot h_{nc} \end{aligned} \quad (5)$$

де $\sigma_{об1,2}$ – дійсна об'ємна густина породи; Δ_1, Δ_2 – абсолютні похибки визначення густини на 1см зміни товщини проміжного середовища за показами малого та великого зондів; h_{nc} – товщина проміжного середовища у см.

Розв'язуючи систему рівнянь (5) з використанням (4):

$$\begin{aligned} \sigma_{од1} &= \frac{1}{q_1} \cdot \lg \frac{J_1}{J_{1\text{ет}}} - \frac{b_1}{q_1} \\ \sigma_{од2} &= \frac{1}{q_2} \cdot \lg \frac{J_2}{J_{2\text{ет}}} - \frac{b_2}{q_2} \end{aligned} \quad (6)$$

отримуємо формулу для визначення густини порід за показами двозондової вимірювальної установки ГГК-Г:

$$\sigma_{об} = [1/q_2(D-1) \cdot \lg J_2/J_{2\text{ет}} - D/(D-1)q_1 \cdot \lg J_1/J_{1\text{ет}}] - \sigma_{ет}, \quad (7)$$

де $D = \Delta_2/\Delta_1$.

Якщо параметри вимірювальної установки (довжина зондів, спектральні чутливості детекторів та ін.) підібрані таким чином, що з точністю до постійної величини забезпечується рівність:

$$D/(D-1)q_1 = 1/q_2(D-1) \quad \text{або} \quad \Delta_2/\Delta_1 = q_1/q_2 \quad (8)$$

то формула для визначення об'ємної густини порід має вигляд:

$$\sigma_{об} = \sigma_{ет} - B \cdot \lg(J_2/J_1 \cdot J_{1\text{ет}}/J_{2\text{ет}}), \quad (9)$$

де B – постійний коефіцієнт.

Нами розглядалось питання що до впливу потужності пласта на форму кривої густинного гамма-гамма-каротажу. Форма кривої густини при перетинанні приладом пластів потужністю $h=10, 20, 30, 40$ см, які



відрізняються за густиною від вміщуючої породи ($\sigma_{\text{вм}}=2720 \text{ кг/м}^3$) на 130 кг/м^3 при $v=0$, показана на рисунку 1.

Сильна залежність кривої густини від потужності пласта виключає можливість безпосередньої оцінки густини пластів з $h < 30 \text{ см}$ без введення поправок за вплив потужності при будь-яких vt .

З зростанням швидкості каротажу (значення τ для апаратури СГП2-АГАТ фіксовано) аномалія, що характеризує пласт, зменшується за амплітудою і зміщується у напрямку руху приладу. При великих швидкостях максимальне значення густини, яке реєструється навпроти пласта, відрізняється від дійсного, що відповідає $vt=0$, на величину:

$$\Delta\sigma = (\sigma_{\text{вм}} - \sigma_{\text{пл}}) \cdot M(h, v), \quad (10)$$

де $\sigma_{\text{вм}}$ – густини вміщуючої породи (нижче пласта, що досліджується), кг/м^3 ; $\sigma_{\text{пл}}$ – густини пласта, що досліджується за діаграмою, кг/м^3 ; $M(h, v)$ – поправочний коефіцієнт, відн. од.

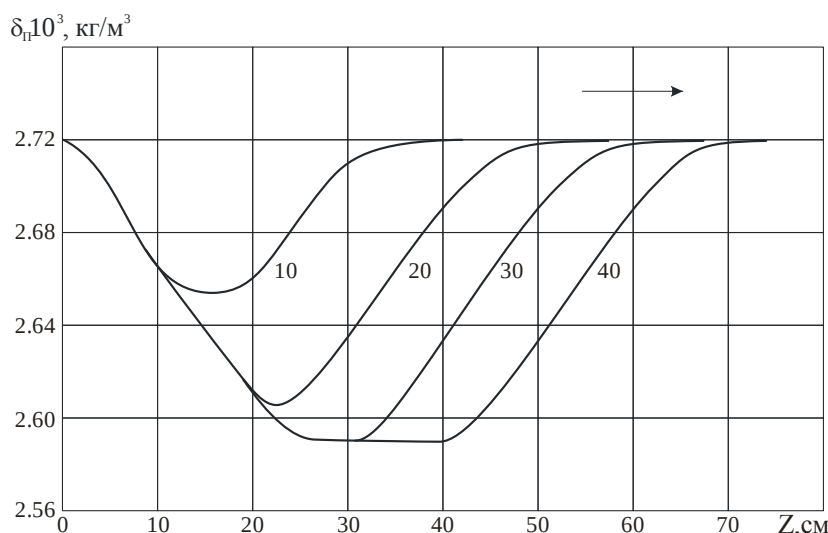


Рис.1 – Форма діаграм густини при перетині приладом пластів різної потужності

Значення M в залежності від потужності пласта при різних значеннях v , приведені на рисунку 2.

Дійсні значення $\sigma_{\text{об}}$ для пластів, густина яких менша за густину вміщуючих порід, становить:

$$\sigma_{\text{об}} = \sigma_{\text{пл}} - \Delta\sigma, \quad (11)$$

а для пластів, густина яких більша за густину вміщуючих порід:

$$\sigma_{\text{об}} = \sigma_{\text{пл}} + \Delta\sigma. \quad (12)$$

Діаграма густини, як і інші діаграми радіоактивного каротажу, викривлена статистичними флуктуаціями випромінювання, що реєструється. Тому відлік значень завжди проводиться з похибкою, вираженою звичайно через середньоквадратичне відхилення σ_c .

Встановлено, що на результати виміру густини порід зміна діаметру свердловини у діапазоні від 160-300 мм, а також тип і речовинний склад промивної рідини не впливають. Апаратура забезпечує виключення впливу

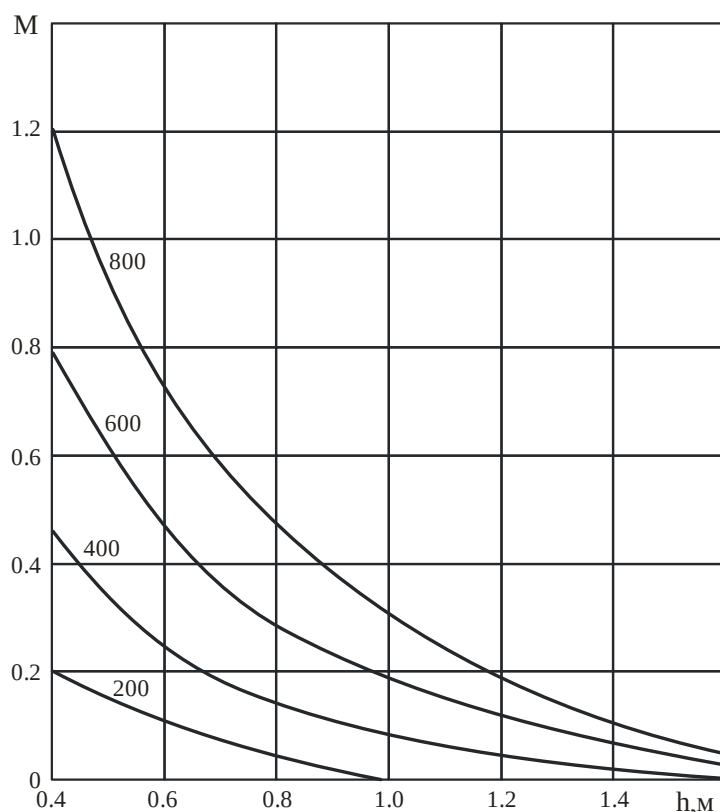


Рис.2 – Залежність величини поправочного коефіцієнта $M(h, \nu)$ від потужності пласта

проміжного середовища між поверхнею вимірювальної установки ГГК-Г і стінкою свердловини (глиниста кірка, локальні каверни), якщо товщина проміжного середовища не перевищує 20 мм.

Величина густини пласта, відрахована за діаграмою, буде нижче за дійсну за рахунок впливу природного гамма-випромінювання. Корегування результатів за вплив природного гамма-випромінювання здійснюється за даними гамма-каротажу (ГК). За даними ГК з номограми (рис. 3) визначається значення поправки $\Delta\sigma, \text{кг/м}^3$.

Величина $\Delta\sigma$ залежить від активності джерела гамма-випромінювання, що використовується. Тому результуюче значення поправки за рахунок впливу природної радіоактивності гірських порід розраховується за формулою:

$$\Delta\sigma_{\text{ГК}} = [(1,28 \cdot 10^{-10})/Q] \cdot \Delta\sigma, \quad (13)$$

де Q - активність джерела гамма-випромінювання, Бк, що використовується при каротажі; $\Delta\sigma_{\text{ГК}}$ - величина поправки додається до величини густини, відрахованої за діаграмою.

Висновки та завдання подальших досліджень. Таким чином, на результати досліджень густинним гамма-гамма-каротажем впливає: природна радіоактивність та товщина порід-колекторів, що досліджуються, а також товщина, речовинний склад і густина проміжного середовища.

Завданнями наступних досліджень є розробка методичних засад щодо використання результатів густинного гамма-гамма-каротажу при визначенні фільтраційно-ємнісних характеристик складно-побудованих порід-колекторів нафтогазових родовищ.

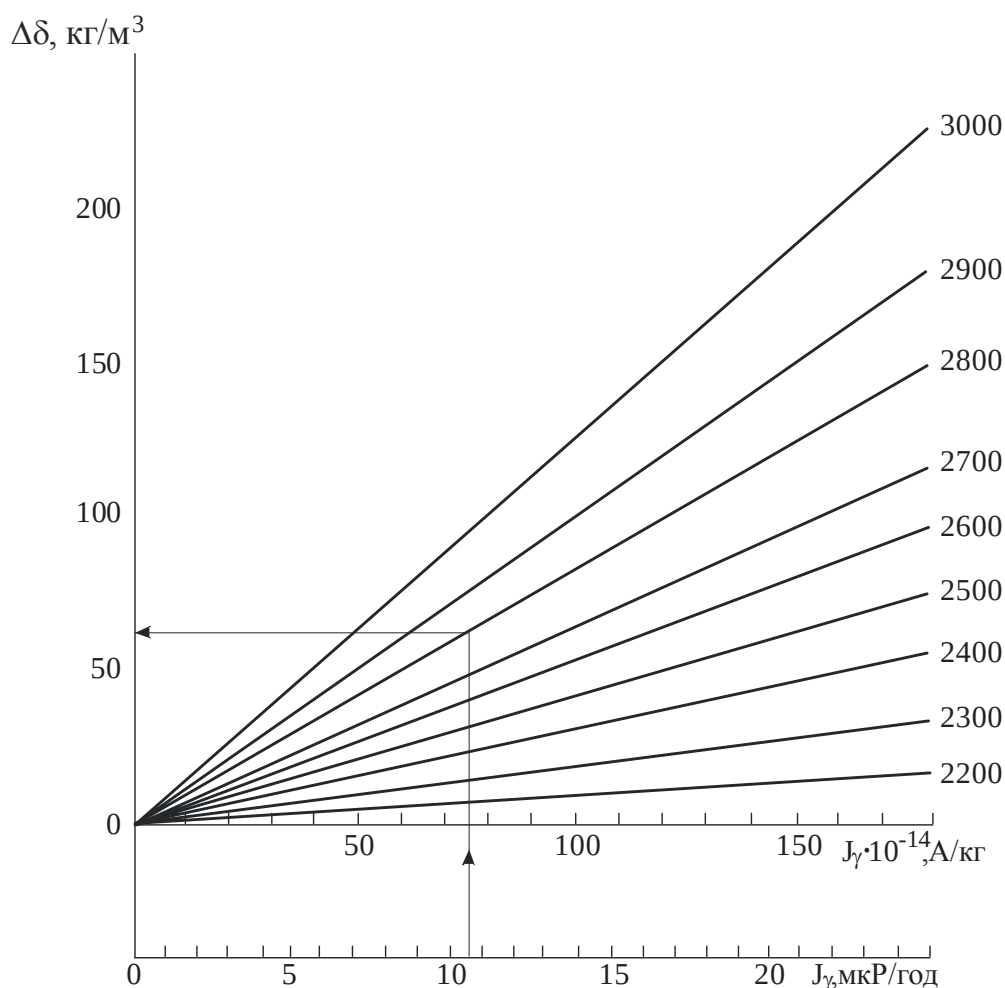


Рис. 3 – Палетка для визначення величини поправки за вплив природної радіоактивності на результати виміру густини гірських порід

Література:

1. Гулин Ю.А. Гамма-гамма-метод исследования нефтяных скважин. Москва., Недра, 1975. 160 с.
2. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтенасыщенности пород / В.Н. Дахнов - М.: Недра, 1985. – 310 с.
3. Ларионов В. В. Ядерная геофизика и радиометрическая разведка: учебник для вузов / В. В. Ларионов, Р. А. Резванов – М.: Недра, 1988. – 325 с.
4. Латышова М.Г. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин / М.Г. Латышова, Б.Ю.Вендельштейн, В.П.Тузov - М.: Недра, 1990. – 312 с.

Abstract. The paper analyzes the influence of geological factors on the results of studies of gamma-gamma-density logging. One of the urgent tasks of oil and gas industry is the transition to a new information level, which provides a quantitative definition of filtering capacitance parameters based on a comprehensive interpretation of the obtained materials. One of the promising ways to determine the filtration-capacitive parameters of rock-collectors is to use the results of gamma-gamma-density logging, which allows a certain accuracy to determine the coefficient of porosity.

As a result of the analysis, it was found that the results of researches of gamma-gamma-density logging are infused by: the natural radioactivity and the thickness of the investigated rock-collectors, as well as the thickness, material composition and density of the intermediate medium.

Key words: density, natural radioactivity, gamma-gamma-density logging



References:

1. Hulin Yu.A. (1975). Hamma-hamma-metod issledovaniya neftyanykh skvazhin. Moscow, Nedra, 160 p. [in Russian].
2. Dahnov V.N. (1985). Geofizicheskie metody opredeleniia kollektorskih svoistv i neftenasychennosti porod. Moscow, Nedra, 310 p. [in Russian].
3. Larionov V.V., Rezvanov R.A. (1988). Yadernaya geofizika i radiometricheskaya razvedka. Moscow, Nedra, 325 p. [in Russian].
4. Latyshova M.G., Vendelshtein B.Y., Tuzov V.P. (1990). Obrabotka i interpretatsia materialov geofizicheskikh issledovaniy skvazhin. Moscow, Nedra, 312 p. [in Russian].

Стаття відправлена 28.03.2018 р.

© Федорів В.В.



УДК 630*3

**TYPOLOGICAL STRUCTURE OF FORESTS ON WATERPROOF
ANNIVERSARY OF SIVERSKIY DONETS IN THE REGION OF LUGANSK
REGION****ТИПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ЛІСІВ НА ВОДОЗБОРІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ
ДОНЕЦЬ НА ТЕРИТОРІЇ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ****Bondar O.B./ Бондар О.Б.**

j.r.f./м.н.с

*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky**Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації**імені Г.М. Висоцького***Tkach L.I./Ткач Л.І.***PhD, agr.s., assoc. prof./к.с.-г.н., доц.**O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv**Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова***Zolotarova A.S./Золотарьова А.С.***magistrate/магістрант***Chuikova O.O./Чуйкова О.О.***magistrate/магістрант***Niepran A.S./ Непран А.С.***magistrate/магістрант**Luhansk natsionalny Agrarian University**Луганський національний аграрний університет*

Анотація. Типологічне різноманіття лісів на річці Сіверський Донець було проведено на основі матеріалів лісовпорядкування із використанням електронних баз даних ВО «Укрдержліспроєкту». Проаналізовано понад 27 типів лісу на дослідному об'єкті площею 228,2 тис. га. Зроблено класифікацію типів умов росту лісів, типів лісів та видів дерев на водозборі річки Сіверський Дін на території Луганської області. Визначено, що площі дуба звичайного та сосни звичайна становить відповідно – 86,9 тис. га і – 70,9 тис. га. Серед типів лісу домінують наступні: суха берестово-накленова діброва (30,8 %), свіжий дубово-сосновий субір (13,1 %), суха чорнокленова судіброва (12,9 %), свіжий сосновий бір (10,6 %). На території лісів Луганської області зростають 70 видів деревних порід з них у борах – 19; суборах – 37; сугрудах – 55; грудах – 59. За категоріями захисності, переважають рекреаційно-оздоровчі ліси (51,7 %) та захисні ліси (42,0 %), ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – лише 6,4 % від загальної площі вкритою лісовою рослинністю земель.

Ключові слова: бір, субір, сугруд, груд, Луганська область, дуб звичайний, сосна звичайна

Вступ. Ліси є найпотужнішим фактором, що стабілізує на певному рівні функціональну організацію природних екосистем, посилює їхню стійкість до антропогенного впливу і змін клімату. Започаткована Конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992) переоцінка поглядів на взаємини між людиною і лісом ставить на перше місце екологічне значення лісів. Серед прийнятих важливих екологічних угод на конференції були підписані Конвенція про зміни клімату, Конвенція про біологічне



різноманіття і Заява про принципи глобального консенсусу щодо раціонального використання лісів. Лісові екосистеми розглядаються, насамперед, як головний компонент біосфери, здатний стабілізувати та відновлювати її природну рівновагу.

Дослідження типологічної структури лісів на водозборах рік займалися Бондар О.Б. та Ткач Л. І, та їх співавтори, для території Лівобережного Лісостепу України [1-9, 13-20] і Олійник В.С., та Шпарик Ю.С. в умовах Українських Карпат [11, 21].

Лісові насадження відіграють роль природних постійно діючих біологічних бар'єрів, вони попереджують ерозійні процеси і деградацію ґрунтового покриву, суттєво впливають на вітровий і температурний режими, депонують вуглець і виділяють кисень, суттєво зменшують негативні наслідки парникового ефекту, захищають землю від водної та вітрової ерозії, зменшують забруднення ґрунтів і ґрунтових вод, що позитивно впливає на якість води і тим самим надійно захищає водойми від замулення і забруднення, вбирають і перетворюють сонячну енергію, змінюють водний і вітровий режими, нагромаджують і поновлюють запаси біомаси, прискорюють кругообіг речовин та енергії в біосфері, послаблюють інтенсивність денудаційних явищ.

Луганська область адміністративно-територіальна одиниця України, розташована на сході країни, переважно в басейні середньої течії Сіверського Дінця. Площа області становить 26684 км²[10,8].

Ґрунтовий покрив Луганської області складають чорноземи, що сформувалися в результаті дернового процесу ґрунтоутворення, який розвивається під лугово-степовою рослинністю. Основні масиви лісу знаходяться у басейнах річок Сіверський Донець та Айдар (Кремінський та Станично-Луганський райони). Найбільшу площу займають степи, понад 87% території області [8].

Матеріали та методика. Для проведення типологічного аналізу лісів на лівому і правому березі річки Сіверський Донець, на території Луганської області, були використані бази даних ВО „Укрдержліспроекту” станом на 01.01.2011 року. Матеріали лісовпорядкування аналізували за типами лісорослинних умов, типами лісу, деревними породами, групами класами віку та категоріями захисності лісів. Для типологічного аналізу лісів використано методичні положення української лісотипологічної школи [12]. Межі лівого і правого берегів річки Сіверського Донця визначено за допомогою програми MapInfo Professional 12.5 і векторної карти України.

Результати досліджень. Загальна площа лісів які підпорядковані Держлісагенству України на території Луганської області становить 228,3 тис. га станом на 01.01.2011 року.

У структурі трофотопів лісового фонду Луганської області переважають груди – 105,8 тис. га, або 46,4 %, сугруди – 48,2 тис. га, або 21,1 %, субори – 40,0 тис. га, або 17,5 %, частка борів становить – 34,3 тис. га, або 15,0 % від загальної площі вкритою лісовою рослинністю земель.

На лівому березі річки Сіверського Донця переважають наступні типи лісорослинних умов, а саме сухі груди – 23,2 %, свіжий субір – 18,7 %, свіжий



бір – 15,3 %, і свіжий груд – 12,1 %.

Площа сухих грудів, сухих борів, сухий субір, свіжий сугруд, вологий груд, вологий субір, вологий сугруд, дуже сухий груд коливається в межах від 1,0 % до 7,0 %. Решта типів лісорослинних умов займають незначні площі лише 1,4 % від загальної площі лівого берега річки Сіверський Донець.

На правому березі річки Сіверського Донця домінують такі типи лісорослинних умов: сухі груди – 47,8 % і сухі сугруди – 35,7 %.

Площа свіжого груду, свіжого сугруду, вологий груд, коливається в межах від 1,0 % до 11,0 %. Інші типи лісорослинних умов займають незначну частку лише 2,7 % від загальної площі лісів на правому березі річки Сіверський Донець.

Якщо порівнювати поширення типи лісорослинних умов, між собою на правому і лівому березі, вони мають свої особливості. Так на правому березі не зустрічається сухий і вологий бір, а також сирі субори і переважають лише 2 типи лісорослинних умов (D_1 , C_1). На лівому березі поширені усі типи лісорослинних умов, які поширені на території Луганської області, та переважаю 6 типів лісорослинних умов (D_1 , B_2 , A_2 , D_2 , C_1 , A_1).

Лісовий фонд лісів Луганської області характеризується великою різноманітністю лісів, що охоплює майже всю едафокліматичну сітку Є.В. Алексєєва-Погребняка. В кожній групі типів лісорослинних умов, виділено різну кількість типів лісу: бори – 4, субори – 5, сугруди – 10, груди – 8.

Усього виділено на дослідному об'єкті 27 типів лісу. Розподіл типів лісу по берегам наступний: на лівому березі – 27, а на правому – 24.

На правому березі річки Сіверського Донця переважають 2 типи лісу: суха берестово-пакленова діброва (D_1 -бркпД) – 47,8 %, і суха чорнокленова судіброва (C_1 -кчД) – 28,3 %.

Частка C_1 -пкД, C_2 -Д^с, D_2 -брпкД³, D_2 -клД, D_3 -брпкД³ коливається у межах від 1,0 % до 8,0 %. Решта типів лісу становлять невелику площі лише 4,3 % від загальної площі лісів лівого берега річки Сіверський Донець.

На лівому березі річки Сіверського Донця домінують 3 типи лісу: суха берестово-пакленова діброва (D_1 -бркпД) – 23,2 %, свіжий дубово-сосновий субір (B_2 -дС) – 18,7 %, і свіжий сосновий бір – 15,3 %.

Частка A_1 -С, B_1 -дС, B_3 -дС, C_1 -кчД, C_2 -Д^с, C_2 -дС, D_0 -кпД, D_2 -брпкД³, D_2 -клД, D_3 -брпкД³, коливається у межах від 1,0 до 8,0 %. Інші типи лісу займають незначну частку лише 5,1 % від загальної площі лісів на правому березі річки Сіверський Донець.

Якщо порівнювати поширення типів лісу, між собою на правому і лівому березі, вони мають свої відмінності. Так на правому березі не зустрічається A_0 -С, A_3 -С, B_4 -дС із 27, та домінують лише 2 типи лісу (C_1 -кчД, D_1 -бркпД). На лівому березі поширені усі 27 типів лісу, та переважаю 6 типи лісу (A_1 -С, A_2 -С, B_2 -дС, C_1 -кчД, D_1 -бркпД, D_2 -клД), інші 21 типи займають менше ніж 5 % від загальної площі вкритою лісовою рослинністю земель на території лівого берега річки Сіверського Донця.

На території лісів Луганської області зростають 70 видів деревних порід з них у борах – 19; суборах – 37; сугрудах – 55; грудах – 59.



На території Луганської області найбільші площі займають такі види деревних порід: дуб звичайний (*Quercus robur*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), біла акація (*Robinia pseudoacacia*), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior*), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata*), береза повисла (*Betula pendula*), в'яз дрібнолистий (*Ulmus parvifolia*), вільха чорна (*Alnus glutinosa*), берест (*Ulmus minor*), сосна кримська (*Pinus nigra ssp. pallasiana*), сума інших 59 видів деревних порід становить 6,2 % від загальної площі вкритої лісовою рослинністю земель. На лівому березі річки Сіверський Донець домінують 2 деревні породи сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) – 43,4 % та дуб звичайний (*Quercus robur*) – 30,5 %, а на правому березі дуб звичайний (*Quercus robur*) – 55,0 %, та акація біла (*Robinia pseudoacacia*) – 15,5%.

Проведений нами аналіз поділу лісів Луганської області за категоріями захисності, свідчить, що найбільш представленими категоріями захисності на дослідному об'єкті є рекреаційно-оздоровчі ліси та захисні ліси. Ліси відповідних категорій займають 51,7 % та 42,0 %, від загальної площі вкритою лісовою рослинністю земель. Менш представлені ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – лише 6,4 %.

Якщо порівнювати категорії захисності лісів, між собою на правому і лівому березі, вони мають незначні відміни. Так на правому березі домінують, рекреаційно-оздоровчі (54,8 %) та захисні ліси (37,3 %). На лівому березі переважають переважають захисні ліси (52,4 %) та рекреаційно-оздоровчі ліси (44,6). Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення займають на лівому березі лише 7,8 %, а на правому в два рази менше – 3,1 %.

На території Луганської області переважають середньовікові насадження – 41,3 %, частки молодняків – 17,8 %, пристигаючих – 15,5 %, стиглих – 16,7 %, та перестійних – 13,3 % від загальної площі вкритою лісовою рослинністю земель.

На лівому і правому березі ріки Сіверський Донець переважають насадження штучного походження, які становлять відповідно 56,9 та 57,8. Деревостани природного походження на лівому березі займають 43,1 %, а правому – 42,2%.

За штучним походженням на території Луганської області домінують наступні деревні породи, а саме біла акація, в'яз дрібнолистий, сосна звичайна, сосна кримська, ясен зелений, які займають від 82,4 до 100,0 % в залежності від берега ріки.

За природним походженням на території дослідного об'єкту домінують такі деревні породи, як берест, дуб звичайний, вільха чорна, ясен звичайний, які займають від 51,5 % до 99,9 % в залежності від берега ріки.

Наявне різноманітність типів лісорослинних умов, типів лісу та деревних порід на території Луганської області на лівому і правому березі, обумовлена геоморфологічними, ґрунтовими, кліматичними, характером зростання і поширення лісів на дослідному об'єкті [8].

Висновки: Загальна площа лісів, які підпорядковані Держлісагентства України на території Луганської області становить 228,2 тис. га. Розподіл лісів за трофотопами у структурі лісового фонду Луганської області такий:



переважають груди – 105,8 тис. га, сугруди – 48,2 тис. га, субори – 40,0 тис. га, частка борів становить – 34,3 тис. га від загальної площі вкритою лісовою рослинністю земель. За деревними порами на дослідному об'єкті домінують насадження: дуба звичайного (38,1 %) і сосни звичайної (30,9 %).

Розподіл типів лісу по берегам має свої особливості. Зокрема на правому березі річки Сіверського Донця переважають 2 наступні типи лісу, а саме суха берестово-пакленова діброва – 47,8 %, і суха чорнокленова судіброва – 28,3 %, а на лівому березі річки домінують 3 типи лісу: суха берестово-пакленова діброва – 23,2 %, свіжий дубово-сосновий субір – 18,7 %, і свіжий сосновий бір – 15,3 % від загальної площі лісів. За категоріями захисності на дослідному об'єкті переважають рекреаційно оздоровчі (51,7 %) та захисні ліси (42,0 %).

Література

1. Бондар О. Б. Екологічний аналіз стану лісів на водозборі річки Бабка / О. Б. Бондар // II Науково-практичної конференції бакалаврів, магістрантів та аспірантів (7-8 листопада 2017 р. м. Харків). Х. Міськдрук. ЛНАУ. 2017. – С. 283–285.
2. Бондар О. Б. Лісівничо-екологічна характеристика лісів на водозборі річки Оріль / О. Б. Бондар // Матеріали звітної науково-практичної конференції Луганського національного аграрного університету (м. Харків, 20-23 лютого 2018 р.) / Луганський національний аграрний університет. Харків: Видавництво «Стильна типографія», 2018. – С. 232–235.
3. Бондар О. Б. Лісівничо-екологічний аналіз насаджень *Populus alba* та *Populus nigra* на ріках лівобережного лісостепу України / О. Б. Бондар, Л. І. Ткач, І. С. Лісіна, М. С. Коленкіна, С. І. Мусієнко // *Ukrainian Journal of Ecology*. Мелітополь, 2017. Вип. 1. – С. 84–91.
4. Бондар О. Б. Лісівничо-типологічна характеристика водозбору річки Лопань / О. Б. Бондар // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки», 19-20 листопада 2014 р. / редкол.: Непочиренко О. О. (від. ред.) та ін. – К.: ЗАТ «НІЧВАЛА», 2014. С. 119–121.
5. Бондар О. Б. Розвиток лісової типології в Україні / О. Б. Бондар, С. І. Мусієнко, Л. І. Ткач // *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Science and Education - Our Future (November 29 – 30, 2016, Ajman, UAE)"* WORLD Science, Ajman, UAE. том.2. С. 5–7.
6. Бондар О. Б. Роль лісів та групування типів лісу на водозборах рік / О. Б. Бондар, С. І. Мусієнко, Л. І. Ткач // *Молодий вчений*. — 2016. — №11. - С. 58–63.
7. Бондар О. Б. Типологічна структура лісів на водозборі річки Ворскла / О. Б. Бондар // Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку третього тисячоліття» (24-25 листопада 2017 р. м. Чернівці). Чернівці. Видавничий дім «Гельветика». С. 97–99.
8. Бондар О. Б. Типологічне різноманіття лісів на водозборі річки



Сіверський Донець на території Луганської області / О. Б. Бондар, Л. І. Ткач, О. О. Чуйкова, А.С. Золотарьова // *Ukrainian Journal of Ecology*. Мелітополь, 2017. Вип. 3. – С. 120–127.

9. Бондар О. Б. Типологічний аналіз лісів водозбору річки Псел / О. Б. Бондар // *Аграрна наука та освіта Поділля: збірник наукових прац. міжнар. наук. – практ. конф. (14-16 березня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський)*. Тернопіль: Крок, 2017. С. 17–19.

10. Національний Атлас України [Карти]. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.

11. Олійник В. С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат / В. С. Олійник. – ІФ : НАІР, 2013. – 232 с.

12. Остапенко Б. Ф. Лісова типологія: навч. посіб. / Б. Ф. Остапенко, В. П. Ткач // ХДАУ ім. В. В. Докучаєва, УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького. – Харків, 2002. – 204 с.

13. Ткач Л. І. Типологічна структура лісів водозбору річки Золотоношка / О. Б. Бондар // *Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи: матеріали міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. 16–17 грудня 2015 р. (ТДСГДС ІКСГП НААН, м. Тернопіль)*. – Тернопіль : Крок, 2015. С. 31–33.

14. Ткач Л. І. Типологічне різноманіття водозбору річки Оскіл / Л. І. Ткач О. Б. Бондар // *Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.* – Ж.: ЖНАУ, 2015. С. 181–183.

15. Ткач Л. І. Типологічний аналіз лісів водозбору річки Супій / Л. І. Ткач, О. Б. Бондар // *Актуальные проблемы современной науки: сборник тезисов научных работ IX Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург–Астана–Киев–Вена, 29 июня 2016 года / Международный научный центр, 2016. – С. 42–45.*

16. Ткач Л. И. Типологическая структура лесов водосбора реки Ворсклы / Л. И. Ткач, А. Б. Бондарь, В. А. Солодовник // *Труды БГТУ Минск.* – 2016. Вып 2. (183). – С. 74–78.

17. Ткач Л. І. Аналіз розподілу рекреаційно-оздоровчих лісів на водозборах річок Сіверського Донця / Л. І. Ткач, О. Б. Бондар // *Всеукраїнська науково - практична конференція «Колесніковські читання» (30-31 жовтня 2017 р. м. Харків) Х. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – С. 87–89.*

18. Ткач Л. І. Аналіз типів лісорослинних умов та біорізноманіття лісів водозбору річки Сіверський Донець / Л. І. Ткач, О. Б. Бондар // *Вісник Уманського НУС.* – 2016. Вип. 1. – С. 88–94.

19. Ткач Л. І. Видове різноманіття та типологічна характеристика лісів водозбору річки Трубіж / Л. І. Ткач, О. Б. Бондар, І. С. Лісіна // *Матеріали конференції присвяченої 95-річному ювілею Луганського національного університету.* – м. Харків / Орг. комітет М. В. Брагінець та інші. – Х.: ЛНАУ, 2016. С. 14-16.

20. Ткач Л. І. Типологічне різноманіття лісів водозбору річки Вовча / Л. І. Ткач, О. Б. Бондар // *Матеріали доповідей щорічної науково-практичної конференції Луганського національного аграрного університету.- м. Харків, 29*



січня 2016 р. / Орг. комітет М. В. Брагінець та ін. - Х.: ЛНАУ, 2016. – С. 12 – 14.

21. Шпарик Ю. С. Підходи до ведення лісового господарства в Українських Карпатах за водозборами / Ю. С. Шпарик // Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА, 2010. – С. 77–78.

Abstract. *Typological analysis of forests on the Seversky Donets River was carried out on the basis of forest management materials using the electronic databases of "Ukrderzhlisproekt" Production Association. More than 27 types of forest were analyzed on the experimental site with an area of 228,2 thousand hectares. The classification of types of conditions for growing forests, types of forests and tree species in the catchment of the Siverskyi Don River in the territory of the Luhansk region has been made. It is determined that the area of common oak and common pine is respectively 86.9 thousand ha and 70.9 thousand ha. The following types of forests are prevailing: dry birchbark-maple sudubrava (30,8 %), fresh oak-pine sudubrava (13,1%), dry Tatarian maple sudubrava (12.9%), fresh pine forest (10.6%). In the forest area of the Luhansk region 70 tree species grow, of which 19 – in the coniferous forest; 37 – in subor; 55 – in sudubrava; 59 – in dubrava. By categories of protection, recreation forests (51,7 %) and protective forests (42,0 %) prevail, forests of nature protection, forests of scientific, historical and cultural significance make only 6,4 % of the total area covered by forest vegetation.*

Keywords: *coniferous forest, subor, sudubrava, dubrava, Luhansk region, Quercus robur, Pinus sylvestris.*

References

1. Bondar O. B. (2017). Ekologichnyi analiz stanu lisiv na vodozbori richky Babka. II Naukovo-praktychnoi konferentsii bakalavriv, mahistrantiv ta aspirantiv (7-8 lystopada 2017 r. m. Kharkiv). Kharkiv. – Miskdruk: LNAU, p. 283–285.
2. Bondar O. B. (2018). Lisivnycho-ekologichna kharakterystyka lisiv na vodozbori richky Oril. Materialy zvitnoi naukovo-praktychnoi konferentsii Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu (m. Kharkiv, 20-23 liutoho 2018 r.) / Luhanskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet. – Kharkiv: Vydavnytstvo «Styl'na typohrafiia», p. 232–235.
3. Bondar O. B., Tkach L. I., Lisina I. S., Kolienkina M. S., Musiienko S. I. (2017). Lisivnycho-ekologichnyi analiz nasadzhennia Populus alba ta Populus nigra na rikakh livoberezhnoho lisostepu Ukrainy. Ukrainian Journal of Ecology, Vyp. 1. – Melitopol, p. 84–91.
4. Bondar O. B. (2014) Lisivnycho-typologichna kharakterystyka vodozboru richky Lopan. Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Aktualni pytannia suchasnoi ahrarnoi nauky», 19-20 lystopada 2014 r. / redkol.: Nepochyrenko O. O. (vid. red.) ta in. – Kyiv: ZAT «NICHVALA», p. 119–121.
5. Bondar O. B., Musiienko S. I., Tkach L. I. (2016). Rozvytok lisovoi typolohii v Ukraini. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Science and Education - Our Future (November 29 – 30, 2016, Ajman, UAE)" WORLD Science, tom.2. – Ajman: UAE, p. 5–7.
6. Bondar O. B., Musiienko S. I., Tkach L. I. (2016). Rol lisiv ta hrupuvannia typiv lisu na vodozborakh rik. Molodyi vchenyi. №11. – Kherson, p. 58–63.
7. Bondar O. B. (2017). Typologichna struktura lisiv na vodozbori richky Vorskla. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Aktualni problemy ta naukovy zvershennia molodi na pochatku tretogo tysiacholittia» (24-25 lystopada 2017 r. m. Chernivtsi). – Chernivtsi. Vydavnychi dim «Helvetyka», p. 97–99.
8. Bondar O. B., Tkach L. I., Chuikova O. O., Zolotarova A.S. (2017). Typologichne riznomanittia lisiv na vodozbori richky Siverskyi Donets na terytorii Luhanskoi oblasti. Ukrainian Journal of Ecology, Vyp. 3. Melitopol, p. 120–127.



9. Bondar O. B. (2017). Typolohichniy analiz lisiv vodozboru richky Psel. *Ahrarna nauka ta osvita Podillia: zbirnyk naukovykh prats. mizhnar. nauk. – prakt. konf. (14-16 bereznia 2017 r., m. Kamianets-Podilskyi).* – Ternopil: Krok, p. 17–19.
10. Natsionalnyi Atlas Ukrainy [Karty]. – Kyiv: DNVP «Kartohrafiia», 440 p.
11. Oliinyk V. S. (2013). Hidrolohichna rol lisiv Ukrainskykh Karpat. – Ivano-Frankivsk: NAIR, 232 p.
12. Ostapenko B. F. Tkach V. P. (2002). *Lisova typolohiia: navch. posib.* KhDAU im. V. V. Dokuchaieva, UkrNDILHA im. H. M. Vysotskoho. – Kharkiv: UkrNDILHA im. H. M. Vysotskoho, 204 p.
13. Tkach L. I., Bondar O. B. (2015). Typolohichna struktura lisiv vodozboru richky Zolotonoshka. *Modernizatsiia natsionalnoi systemy upravlinnia derzhavnym rozvytkom: vyklyky i perspektyvy: materialy mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. 16–17 hrudnia 2015 r. (TDSHDS IKSHP NAAN, m. Ternopil).* – Ternopil: Krok, p. 31–33.
14. Tkach L. I., Bondar O. B. (2015). Typolohichne riznomanittia vodozboru richky Oskil. *Ahrarna nauka, osvita, vyrobnytstvo: yevropeyskyi dosvid dlia Ukrainy: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. – Zhytomyr: ZhNAU,* p. 181–183.
15. Tkach L. I., Bondar O. B. (2015). Typolohichniy analiz lisiv vodozboru richky Supii. *Aktualnye problemy sovremennoi nauky: sbornik tezysov nauchnykh rabot IX Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy (Sankt-Peterburh–Astana–Kiev–Vena, 29 yiunia 2016 hoda / Mezhdunarodnyi nauchnyi tsentr. – Sankt-Peterburh–Astana–Kiev–Vena,* p. 42–45.
16. Tkach L. Y., Bondar A. B., Solodovnyk V. A. (2016). Typolohicheskaiia struktura lesov vodosbora reky Vorskly. *Trudy BHTU, Vyp 2. (183).* – Mynsk, p. 74–78.
17. Tkach L. I., Bondar O. B. (2017). Analiz rozpodilu rekreatsiino-ozdorovchykh lisiv na vodozborakh richok Siverskoho Dontsia. *Vseukrainska naukovo - praktychna konferentsiia «Kolesnikovski chytannia» (30-31 zhovtnia 2017 r. m. Kharkiv).* – Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova, p. 87–89.
18. Tkach L. I., Bondar O. B. (2016). Analiz typiv lisoroslynnykh umov ta bioriznomanittia lisiv vodozboru richky Siverskyi Donetsk. *Visnyk Umanskoho NUS, Vyp. 1. – Uman: Umanskoho NUS,* p. 88–94.
19. Tkach L. I., Bondar O. B., Lisina I. S. (2016). Vydove riznomanittia ta typolohichna kharakterystyka lisiv vodozboru richky Trubizh. *Materialy konferentsii prysviachenoi 95-richnomu yuvileiu Luhanskoho natsionalnoho universytetu. m. Kharkiv / Orh. komitet M. V. Brahinets ta inshi. – Kharkiv: LNAU,* p. 14–16.
20. Tkach L. I., Bondar O. B. (2016). Typolohichne riznomanittia lisiv vodozboru richky Vovcha. *Materialy dopovidei shchorichnoi naukovo-praktychnoi konferentsii Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. – m. Kharkiv, 29 sichnia 2016 r. / Orh. komitet M. V. Brahinets ta in. – Kharkiv: LNAU,* p. 12–14.
21. Shparyk Yu. S. (2010). Pidkhody do vedennia lisovoho hospodarstva v Ukrainskykh Karpatakh za vodozboramy. *Lisivnycha nauka: vytoky, suchasnist, perspektyvy : zb. nauk. prats. – Kharkiv: UkrNDILHA,* p. 77–78.



УДК 636.2.082.455-022.312

LENGTH OF GESTATION IN BEEF COWS AND FACTORS AFFECTING IT

ТРИВАЛІСТЬ ТІЛЬНОСТІ КОРІВ М'ЯСНИХ ПОРІД ТА ФАКТОРИ, ЩО ЗУМОВЛЮЮТЬ ЇЇ ПЕРЕБІГ

Ugnivenko A.N. / Угнівенко А.М.

d.a.s., prof / д. с.-г. н., проф.

ORCID: 0000-0001-6278-8399

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

Kyiv, Heroiv Oborony, 15, 03041

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041

Demchuk S.U. / Демчук С.Ю.

k.a.s. / к. с.-г. н.

Institute of Genetics and Animal Breeding them. M.V. Zubtsa NAAN of Ukraine

st. Pogrebnyak, 1, v. Chubinskoe, Boryspil d-t, Kiev region., Ukraine, 08321

Институт генетики і розведення тварин ім. М.В. Зубця НААН України

вул. Погребняка, 1, смт. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна, 08321

Анотація. У роботі розглядаються параметри тривалості тільності корів м'ясних порід та фактори, які впливають на її перебіг. Доведено, що тривалість тільності подовжується за підвищення великорослості і віку отелень худоби та народження бугайців.

Ключові слова: тривалість тільності, м'ясні корови, українська м'ясна порода

Вступ.

Тривалість тільності – це число днів між відомими датами зачаття і подальшого отелення корови. За сезонності відтворювання м'ясної великої рогатої худоби важливим елементом технології є розміщення тварин залежно від їхнього фізіологічного стану. Для своєчасного переведення корів у родильні відділення необхідно знати передбачувані дати родів. За цього головними ознаками, на які орієнтуються в практиці, є дати плідного осіменіння та тривалість тільності.

Мета роботи – встановити і узагальнити параметри тривалості тільності у корів м'ясних порід та фактори, що їх зумовлюють.

Основна частина. Дослідження проводили в племінному заводі «Воля» Черкаської області на коровах симентальської породи (С) придніпровського («ПМ-1») і чернігівського («ЧМ-1») внутрішньопородних типів та помісних першого покоління 1/2 Шароле х 1/2 Симентал (1/2Ш х 1/2С). За іншими породами аналіз і узагальнення результатів проводили за даними літературних джерел. У великої рогатої худоби тільність триває в середньому 285 діб [2]. тривалість тільності коливається від 240 до 320 діб. На тривалість тільності впливають порода, сезон року.

У переважної більшості (79,4 %) корів чернігівського типу роди відбуваються в проміжку від 280 до 299 діб тільності, 11,6 % корів родять раніше цього терміну, а 9 % пізніше (табл. 1). Виношування плода у шароле – симентальських корів у вказаний вище термін отелення спостерігається у 81,3 % тварин, раніше – у 13,4 %, а пізніше – у 5,3 %. Роди через 280–299 днів після



запліднення відбуваються у 82,2 % корів придніпровського типу. Окрім цього, у 11,3 % корів вони проходять до 280-ї доби тільності, а у 6,5 % пізніше 299 доби. У термін від 280 до 299 діб тільності телиться найбільше 83,9 % симентальських. У 11,3 % корів отелення спостерігаються раніше цього терміну, а у 4,8 % пізніше.

Таблиця 1

Тривалість тільності у корів різних порід і типів

Тривалість тільності, діб: від-до		Порода, породне поєднання			
		«ПМ-1»	«ЧМ-1»	1/2 Ш х 1/2 С	С
260-269	п	18	7	10	5
	%	2,8	3,7	1,7	2,0
270-279	п	55	15	70	23
	%	8,5	7,9	11,7	9,3
280-289	п	311	100	280	105
	%	48,1	52,9	46,9	42,4
290-299	п	220	50,0	205	103
	%	34,1	26,5	34,4	41,5
300-309	п	42	18	32	12
	%	6,5	9,0	5,3	4,8
Всього	п	646	190	597	248
	%	100	100	100	100

У корів симентальської породи тривалість виношування плоду зазнає більших коливань, ніж у м'ясних ровесниць, у яких існує виражений максимум цієї ознаки у проміжку від 280 до 289 доби тільності (рис. 1). Ця біологічна особливість характеризує м'ясних корів до їх кращої придатності до сезонної системи відтворювання, коли необхідно одержати телят від корів технологічної групи у стислі терміни.

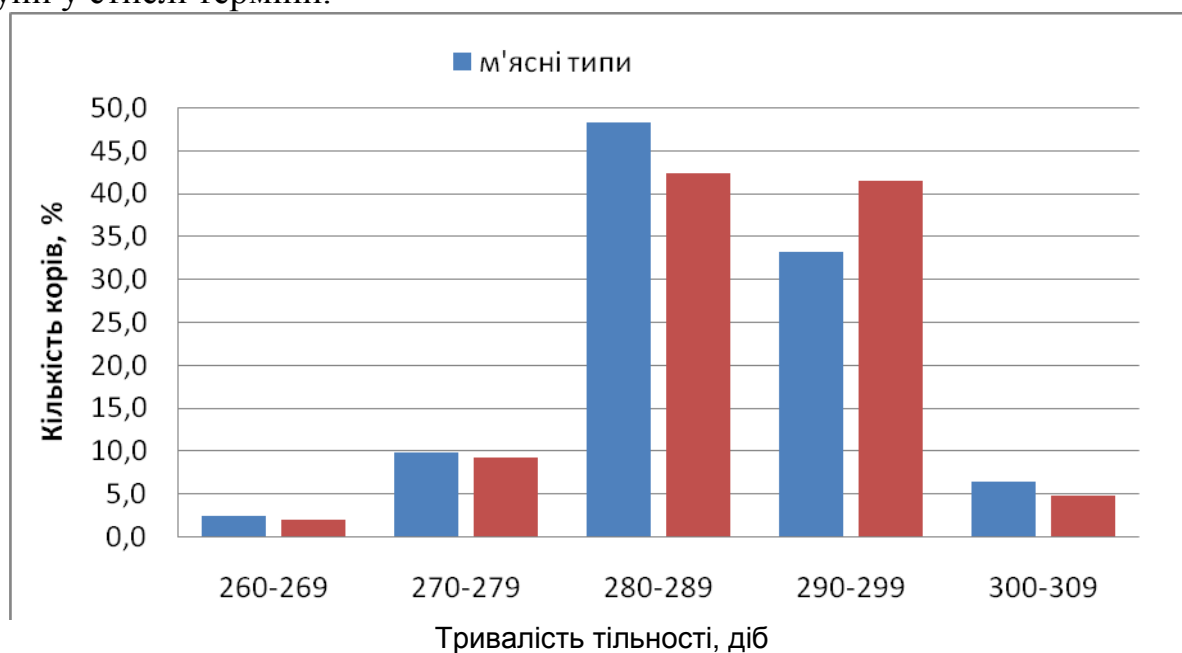


Рис. 1. Розподіл корів за тривалістю тільності



У корів великорослих порід, період виношування плода дещо довший, ніж у скоростиглих [4]. Тільність корів у великої імпоротної шаролецької породи триває 287,4 доби [1]. У шаролецьких нетелей тільність триває ще довше – в середньому 289,3 доби з коливаннями від 278 до 300 діб [8]. Чистопородні кіанські корови значно відрізняються за тривалістю тільності від інших порід, вони виношують телят від 292 до 298 діб [6]. Тільність у корів м'ясних порід зростає зі збільшенням кількості отелень на 6-8 діб порівняно з коровами-первістками, але у молочних корів цього не спостерігається [3]. Тривалість тільності залежить від статі приплоду, за народження бугайців тільність триває на 1-2 доби довше, ніж за народження теличок [7].

У абердин-ангуських корів класичного шотландського типу тривалість тільності складає 273 доби, у сучасного великорослого американського типу – 282, української популяції – 279 діб. У корів м'ясних порід за подовження строку тільності збільшується кількість важких отелень [10]. За отелення після тільності тривалістю від 280 до 289 діб допомогу з втручанням лікаря надають у 7,1 % корів, а після періоду тільності від 290 до 299 діб – 13,7 %.

Термін тільності позначається на масі новонароджених потомків. За його скорочення до 280 діб і менше знижується жива маса новонароджених телят. Тоді вони є переважно нежиттєздатні або дуже слабкі. За подовження тривалості тільності приплід навпаки має велику живу масу, що призводить до тяжких отелень і смертності новонароджених. Тривалість тільності успадковується для зниження тяжких отелень вона менш важлива, ніж жива маса новонароджених, бо лише незначно ($r = 0,3$) пов'язана з перебігом тяжких родів [9].

Виділяють три періоди протікання тільності у великої рогатої худоби. період зиготи триває до 72 годин. У першому періоді за рахунок секретів маточних залоз утворюється маточне молоко (ембріотроф), яке є поживним середовищем для зиготи, що розвивається. Ембріональний – триває 40-45 діб, у ньому відбувається формування тканин і органів. Плідний (фетальний) триває біля 7 місяців. У цей час інтенсивно росте і розвивається плід. На тривалість вагітності ще впливає стан і розвиток організму самки. Тільність ставить для організму матері підвищені вимоги. Обмін речовин у цей час дуже напружений. Фізіологічне навантаження організму вагітних тварин збільшується в зв'язку з постійно зростаючими потребами, зумовленими розвитком плоду.

У худоби нерідко спостерігають патологічний перебіг вагітності. Класифікація причин патології тільності наступна: аліментарні – зумовлені годівлею, умовами утримання; симптоматичні – зумовлені незаразними та інфекційними хворобами; аномалії статевих органів. У ряді випадків вагітність може бути порушена і навіть обірвана в першій або другій половині її протікання. Порушення перебігу вагітності можуть проявлятися у різних клінічних формах. Коли вагітність обривається в ембріональний період, то це відмічають як ембріональну смертність, а коли в плідний – то їх реєструють як аборти. Смертність ембріонів може бути викликана недоліками в годівлі та утриманні. Надмірне згодовування силосу призводить до виникнення кетонемії, зменшення резервної лужності, демінералізації, внаслідок чого відбувається



розсмоктування ембріонів. Однією з причин ембріональної смертності є кістозне переродження залоз матки. Однією з найважливіших причин перинатальної смертності зародка є незавершеність інволюції матки після отелення. У корів, яких осіменяють відразу ж після отелення, перинатальна смертність зародків вища, ніж у тих, яких осіменяють пізніше. Причина полягає в різному стані слизової оболонки матки, яка після отелення не може забезпечити нормальних умов для розвитку зародка.

Аборти від 1 до 4-х місяців вагітності можуть бути внаслідок трихомонозу, вібріозу та інших захворювань, а на 6-7 місяцях – від бруцельозу. Аборти можуть бути зумовлені фізіологічними проблемами наприклад, порушенням гормонального балансу та обміну речовин, токсикозами або інфекційними захворюваннями, що спричиняють найпростіші організми, бактерії або віруси (бруцельоз, інфекційний рино-трахеїт, вібріоз, вірусна діарея). Частка випадків абортів за період тільності незначна (приблизно 2 %) порівняно з втратами телят під час отелень. Аборти викликають деякі гінекологічні захворювання. Нормальне протікання вагітності може порушитись і легко перейти в патологічне із-за інших різноманітних причин: недоліків годівлі та утримання, спадкових аномалій, інфекційних та інвазійних захворювань. За цих умов можуть спостерігати токсикози, мацерацію (гнилісне розкладання) або муміфікацію (висихання) плоду, набряки, маточні кровотечі, маточні черевні грижі, водянки плодових оболонок, запалення плаценти тощо.

Аборти можуть відбуватися або дуже рано після запліднення, коли ембріон чи плід ще настільки малий, що його ледве можна побачити, або незадовго до отелення. У таких випадках важко відрізнити аборт від передчасних родів. Нормальна вагітність закінчується народженням зрілого, живого і життєздатного приплоду.

У період тільності в організмі корів відбувається перерозподіл гамма-глобулінів. Концентрація їх у сироватці крові знижується зі збільшенням строків тільності (від 1,03 г % на першому місяці до 0,80 г % на дев'ятому місяці), проте підвищується у молочній залозі, а звідси й у молозиві. В зв'язку з цим, під час ссання корів телятами до самого отелення, замість доброякісного молозива новонароджене теля одержує звичайне молоко, яке майже не містить захисних білків і негативно впливає на його резистентність.

Висновки.

Тривалість тільності корів подовжується за підвищення великорослості і віку отелення худоби, за народження бугайців.

Література.

1. Багрий Б. А. Продуктивные качества шаролезского скота и его использование в СССР // Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. Оренбург. 1973. 49 с.
2. Любецкий М. Д., Хохлов А. М., Кошовый В. П. Організація і техніка відтворення сільськогосподарських тварин. К.: Головне видавництво виробничого об'єднання «Виша школа». 1984. 143 с.
3. Преображенский О. Н., Ахмадеев А. Н. Продолжительность беременности у коров и свиней // Ветеринария. 1995. №7. С. 45–47.
4. Рой Д. Х. Выращивание телят: Пер. с англ. Н. А. Смекалов,



В. Р. Зельнер. М.: Колос, 1973. 485 с.

5. Andersen H., Plum M. Dystocia in beef cattle. J. Dairy Sci. 1965. № 48. P. 1224.

6. Bauer H., Beckert H., Schwark H. Beeinflussung der Trachtigkeitsdauer bei Milchkuhen durch Rassenkreuzung, Vatertier, Abkalbenummer und Geschlechts des Kalbes. M.h. fur Vet.-Med. 1980. № 4. S. 121–124.

7. Dreyer D. Nachkommenprufung uf zuchtkalbigkeit und geringe Kalerverluste // Tierzuchter. 1973. T. 25. № 2. S. 58–61.

8. Hartigan P. Some data on the length of gestation in pri-miparous cows in a grade a Charolais herd. Irish Vet. J. 1979. № 1. P. 48.

9. Menissier F., Vinissier J., Foulley W. The Calving Ability of the Charolais Breed in France, and its Possibilities for Genetik Improvement. 2. Genetik Importance of Calving Ability of the Charolais Breed. Pattit Irish Veterinary Journal. 1981. T. 35. № 5. S. 100–105.

10. Welser K. Kalerverluste unter besonderer Berucksich-tigung von Geburtsschwierigkeiten. Tierzuchter. 1975. № 1. S. 10–13.

Abstract. Parameters of gestation length in beef cows as well as the factors that influence gestation have been discussed in the article. It has been proved that length of gestation increases along with increase of animal tallness and age of calving.

Key words: length of gestation, beef cows, Ukrainian beef breed.

References:

1 Bagriy, B.A. (1973), *Produktivnyie kachestva sharolezskogo skota i ego ispolzovanie v SSSR* [Productive Characteristics of Sharolese Cattle and its Usage in the USSR], Orenburg. 49 p., Russia.

2. Lyubetskiy, M.D., Hohlov, A.M. and Koshoviy, V.P. (1984), *OrganIzatsIya I tehnik vIstvorennya sIlskogospodarskih tvarin* [The organization and technique of reproduction of farm animals], Golovne vidavnistvo virobnichogo ob'Ednannya «Visha shkola», 143 p., Ukraine.

3. Preobrazhenskiy, O.N. and Ahmadeev, A.N. (1995), *Prodolzhitelnost beremennosti u korov i sviney* [The duration of pregnancy in cows and pigs], Veterinariya, no. 7, P. 45-47.

4. Roy, D.X. (1973), *Vyirashivanie telyat* [Cultivation of calves], Kolos, 485 p., Russia.

5. Andersen, H. and Plum, M. (1965), *Dystocia in beef cattle*. no. 48, P. 1224.

6. Bauer, H., Beckert, H. and Schwark H. (1980), *Beeinflussung der Trachtigkeitsdauer bei Milchkuhen durch Rassenkreuzung, Vatertier, Abkalbenummer und Geschlechts des Kalbes*, M.h. fur Vet.-Med, no. 4, P. 121-124.

7. Dreyer, D. (1973), *Nachkommenprufung uf zuchtkalbigkeit und geringe Kalerverluste*, Tierzuchter, T. 25, no. 2, P. 58–61.

8. Hartigan, P. (1979), *Some data on the length of gestation in pri-miparous cows in a grade a Charolais herd*, Irish Vet. J, no. 1. P. 48.

9. Menissier, F., Vinissier, J. and Foulley, W. (1981), *The Calving Ability of the Charolais Breed in France, and its Possibilities for Genetik Improvement. 2. Genetik Importance of Calving Ability of the Charolais Breed*, Pattit Irish Veterinary Journal, T. 35, no. 5, P. 100-105.

10. Welser, K. (1975), *Kalerverluste unter besonderer Berucksich-tigung von Geburtsschwierigkeiten*, Tierzuchter, no. 1, P. 10-13.

Стаття відправлена: 12.05.2018 г.

© Угнівенко А.М.



УДК 635.654:631.576.3:006.015.5

QUALITY ASSESSMENT OF BOBS AND SEEDS OF DOLICHOS ЯКІСНА ОЦІНКА БОБІВ І НАСІННЯ ДОЛІХОСА

Bobos I.M. / Бобось І.М.*k.agr.s., as.prof. / к.с-г.н., доц.**National university of life and environmental sciences of Ukraine,**Kyiv, Heroyiv Oborony st., 15, 03041**Національний університет біоресурсів і природокористування України,**Київ, вул. Героїв Оборони, 15, 03041***Ivanicka A.P. / Іваницька А.П.***sen.researcher / ст.наук.співроб.**Ukrainian institute for plant variety examination, Kyiv, Henerala Rodimceva st., 15, 03041**Український інститут експертизи сортів рослин, Київ, вул. Генерала Родимцева, 15, 03041*

Анотація. В роботі розглядається вплив густоти рослин на якісну оцінку бобів лопаток та нестиглого насіння доліхоса. Густота рослин доліхоса істотно впливала на якісні показники, оскільки у процесі життєдіяльності між рослинами постійно існує конкуренція за світло, вологу та поживні речовини. Із збільшенням кількості рослин на одиниці площі (71 тис. шт./га) якісні показники погіршувались, за яких вміст сухої речовини і цукрів становив у бобах 14,8 та 2,7%, а в нестиглом насінні 34,9 та 0,4%. Така закономірність була характерна для всіх біохімічних показників, визначених у бобах та нестиглом насінні. У зріджених посівах рослини краще освітлюються, відповідно поліпшуються умови ґрунтового живлення та покращується санітарно-гігієнічний клімат посівів, завдяки чому зростали якісні показники бобів-лопаток та нестиглого насіння. Найвищі біохімічні показники встановлені у культури у зріджених посівах (29 тис. шт./га) із вмістом сирого протеїну у зеленому горошку 13,2%.

Ключові слова: доліхос, густота рослин, схема сівби, досягання бобів, боби лопатки, нестигле насіння, якісні показники.

Вступ. Серед родини бобових є один цікавий рід – доліхос (*Dolichos* L.), який включає вид – доліхос лобія, або гіацинтові боби (*Dolichos lablab* L.). В південних країнах він цінується за лікувальні властивості та їстівне насіння, а в Європі – за декоративність. Боби красивого буряково-червоного кольору мають пергаментний шар, тому в їжу можна використовувати лише нестигле (тип фляжеоль) і стигле чорне насіння, яке вважається важливою лікарською сировиною для розчинення каменів в нирках [1,2,3,5].

Якісні властивості доліхоса формуються в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування і є результатом реакції рослин на них. Інтенсивність накопичення сухої органічної речовини у господарсько-цінній частині врожаю та її якісний склад, є показниками змінними, оскільки їхня величина залежить від впливу факторів зовнішнього середовища та технології вирощування. Серед основних технологічних заходів, спрямованих на покращення якісних показників бобів і насіння, важлива роль належить вибору науково-обґрунтованої норми висіву та густоти рослин доліхоса в посівах, за допомогою яких створюються оптимальні площі живлення рослин. В Україні відсутні науково-теоретичні обґрунтування вибору оптимальної густоти рослин доліхоса. Тому вивчення впливу густоти рослин на якісні показники бобів і



насіння доліхоса та встановлення найбільш раціональних площ живлення, за яких будуть створюватися оптимальні умови для росту і розвитку рослин є актуальним питанням [1,2,5].

Метою досліджень було виявлення адаптивних властивостей доліхоса на основі вивчення впливу густоти рослин на якісні показники бобів-лопаток для отримання нестиглого насіння в умовах Київської області.

Основний текст. Дослідження проводили в 2013-2015 рр. на колекційній ділянці кафедри овочівництва і закритого ґрунту в НДП «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України в трьох повторностях згідно з методикою однофакторних дослідів [4]. Предметом досліджень був вид доліхос (*Dolichos lablab* L). Вивчали схеми сівби: 70 × 20 (71 тис. шт./га), 70 × 30 (48 тис. шт./га), 70 × 40 (36 тис. шт./га), 70 × 50 (29 тис. шт./га). За контроль було взято схему сівби 70 × 40 см. Насіння висівали одночасно (2013 р. – 10.05, 2014 р. – 07.05, 2015 р. – 02.05).

Одночасно з обліком урожаю у культур відбирали середній зразок, за яким визначали якісну оцінку бобів. Біохімічні аналізи бобів і нестиглого насіння доліхоса за різних схем сівби проводили у відділі лабораторних досліджень з кваліфікаційної експертизи сортів рослин Українського інститут експертизи сортів рослин за загальноприйнятими методиками. Для досліджень відбирали по 100 г свіжої продукції у триразовій повторності та відразу аналізували за вмістом основних біохімічних показників.

Дослідженнями встановлено, що біохімічний склад свіжих бобів доліхоса залежав від густоти рослин (табл. 1).

Таблиця 1

**Біохімічний склад бобів-лопаток доліхоса у фазі технічної стиглості
за різної густоти рослин (середнє за 2013-2015 рр.)**

Варіанти дослідів	Густота рослин, тис. шт./га	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	Сирий протеїн, %
70 × 20	71	14,8	2,7	20,5	3,5
70 × 30	48	15,7	2,9	21,1	3,6
70 × 40 (контроль)	36	15,9	3,0	22,1	3,8
70 × 50	29	16,2	3,2	23,9	4,1
НІР ₀₅		1,0	F _{факт.} < F _{теор.}	1,4	0,5

За результатами біохімічних аналізів встановлено, що якісні показники свіжих бобів доліхоса покращувались за меншої густоти (29 тис. шт./га). Так, за цієї густоти вміст сухої речовини та цукрів у бобах був найбільшим і становив відповідно 16,2 % та 3,2 %. Така ж закономірність спостерігалась і за іншими показниками. Вміст сирого протеїну становив 3,5-4,1% та збільшувався із зменшенням густоти рослин. Це пояснюється тим, що за зріджених посівів рослини краще освітлюються, відповідно поліпшуються умови ґрунтового живлення та покращується санітарно-гігієнічний клімат посівів, завдяки чому покращуються біохімічні показники бобів-лопаток.



Із збільшенням кількості рослин на одиниці площі (71 тис. шт./га) якісні показники погіршувались, за яких вміст сухої речовини і цукрів становив відповідно 14,8 та 2,7%. Така ж закономірність спостерігалась і за вмістом вітаміну С. Так, вищим цей показник виявився за найменшої густоти та становив – 23,9 мг/100 г сирої маси, що на 1,8 мг/100 г сирої маси більше порівняно з контролем. За більшої густоти знижується вміст вітаміну С і за густоти рослин 71 тис. шт./га цей показник був найменшим і становив 20,5 мг/100 г сирої маси.

Аналіз отриманих даних показує, що ступінь загущеності рослин доліхоса спричиняє зміну біохімічних показників нестиглого насіння бобів-лопаток (табл. 2).

Таблиця 2

**Біохімічний склад нестиглого насіння доліхоса
за різної густоти рослин (середнє за 2013-2015 рр.)**

Варіанти дослідів	Густота рослин, тис. шт./га	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	Сирий протеїн, %
70 × 20	71	34,9	0,4	6,5	12,1
70 × 30	48	36,1	0,5	6,9	12,2
70 × 40 (контроль)	36	35,7	0,5	7,1	12,8
70 × 50	29	37,2	0,6	7,9	13,2
НІР ₀₅		1,2	F _{факт.} < F _{теор.}	0,8	0,3

Біохімічні показники нестиглого насіння були вищими порівняно з бобами-лопатками. Масова частка сухої речовини залежала від густоти рослин і знаходилася в межах 34,9-37,2 % та зменшувалася із збільшенням кількості рослин на одиниці площі. Відповідна закономірність спостерігалась і за вмістом сирого протеїну, кількість якого становила 12,1-13,2 % і зменшувалась за збільшенням густоти рослин на 1,1 %.

ВИСНОВКИ. Встановлено, що масова частка сухої речовини бобів-лопаток і нестиглого насіння доліхоса залежала від густоти рослин, яка знаходилася в межах 14,8-16,2 % та 34,9-37,2 % та зменшувалася із збільшенням кількості рослин на одиниці площі. Це пояснюється сповільненням фотосинтезу в рослинах із загущенням посівів. Плоди за більшої густоти рослин формувалися дрібніші з нижчими якісними показниками.

Для збагачення білкового різноманіття населення перспективним є вирощування в Лісостепу України доліхоса з густотою рослин 29 тис. шт./га, за якої отримано найвищий вміст сирого протеїну в зеленому горошку 13,2%.

Література:

1. Бобось І.М. Ріст і розвиток рослин доліхоса в Правобережному Лісостепу України //Сборник научных трудов SWorld: международное периодическое научное издание. – Иваново: Научный мир, 2016. – Выпуск 1 (3). Том 12. –С.49-52 <http://www.sworld.education/mnii/m116-12.pdf>



2. Bobos I.M. The growth and the development of dolichos plants in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine / SWorld Journal “Scientific world”, Ivanovo, 2016. – Vol.J116 (10). – May, 2016. <http://www.sworld.education/e-journal/j11609.pdf>

3. Бобось І.М. Мінливість морфологічних ознак тетрагонолобуса в Лісостепу України // Сборник научных трудов SWorld: международное периодическое научное издание. – Иваново: Научный мир, 2014. – Т. 27. – С.40-44. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21707513>

4. Методика дослідної справи в овочівництві та баштанництві/ За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. – Харків: Основа, 2001. – 369 с.

5. Сич З.Д. Рекомендації з вирощування малопоширених бобових овочевих культур в Лісостепу України /З.Д. Сич, І.М. Бобось, Н.В.Котюк, В.Б. Кутовенко, І.О. Федосій, В.М. Стригун, Д.П. Ковальчук, І.Г. Попович. – К.: НУБіП України, 2010. – 41с.

Abstract. The effect of plant density on qualitative estimation of beans of blades and unripe seeds of dolichos is considered in this work. The plant density of the dolichos significantly influenced the quality indicators, because in the process of life between plants there is a constant competition for light, moisture and nutrients. With an increase in the number of plants per unit area (71 thousand pieces / ha), quality indicators deteriorated, in which the content of dry matter and sugars in beans was 14.8 and 2.7%, while in unbroken seeds 34.9 and 0.4 % Such a pattern was characteristic of all biochemical parameters determined in the beans and unbreakable seeds. Plants are better lighted in spring crops, the conditions for soil nutrition are improved and the sanitary and hygienic climate of the crops is improved, thus improving the quality of bean-blades and unripe seeds. The highest biochemical parameters were established in crops in liquefied crops (29 thousand pcs. / ha) with the content of crude protein in green peas 13.2%.

Key words: dolichos, plant density, sowing scheme, reaching beans, beans, unsightly seeds, qualitative indices.

References:

1. Bobos I.M. (2016). Rist i rozvitok roslin dolihosa v Pravoberezhnomu lisostepu Ukraini [The growth and the development of dolichos plants in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine] in *Naučnye trudy SWorld* [Scientific works SWorld], issue 1(3), vol.12, pp. 49-52. <http://www.sworld.education/mnii/m116-12.pdf>

2. Bobos I.M. The growth and the development of dolichos plants in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine / SWorld Journal “Scientific world”, Ivanovo, 2016. – Vol.J116 (10). – May, 2016. <http://www.sworld.education/e-journal/j11609.pdf>.

3. Bobos I.M. (2014). Minlivist morfologichnih oznak tetrahonolobusa v Lisostepu Ukraini [Morfological feature's variability of the tetragonolobusa in Forest-Steppe of Ukraine] in *Naučnye trudy SWorld* [Scientific works SWorld], issue 27, pp. 40-44. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21707513>

4. Bondarenko G.L. (2001) Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of research affairs in Vegetables and Melons] / Red. Bondarenko G.L., Yakovenko K.I. - Harkiv: Osнова, 369 p.

5. Sych Z.D. (2010). Rekomendatsiyi z vyroshchuvannya maloposhyrenykh bobovykh ovochevykh kultur v Lisostepu Ukrayiny [Recommendations for the cultivation of rare leguminous vegetables in the steppes of Ukraine] / Sych Z.D., Bobos I.M., Kotuk N.V. and sat.– Kiev.: National university of life and environmental sciences of Ukraine, 42 p.

Стаття відправлена: 15.05.2018 г.

© Бобось І.М.



УДК 631.2+342.9

**PROBLEMS OF IRRIGATIONAL SALINIZATION OF BLACK SOIL AND
WAYS FOR THEIR SOLUTION****ПРОБЛЕМИ ІРИГАЦІЙНО ОСОЛОНЦЬОВАНОГО ЧОРНОЗЕМУ ТА ШЛЯХИ ЇХ
ВИРІШЕННЯ****Makarova T.K./ Макарова Т.К.***Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25, 49600***Borysevych M.O./ Борисевич М.О.***Lawyer/ юрист*

Анотація. У статті досліджуються наслідки довготривалого зрошування водою неналежної якості чорноземів на території Дніпропетровської області. Проаналізовано вплив мінералізованої води, що використовується для зрошування, на стан ґрунтів. Наведено результати аналізів зрошувальної води на дослідній ділянці за 2011-2015 рр. Досліджено негативний вплив на властивості чорнозему внаслідок тривалого поливу зрошувальною водою II класу якості води «Обмежено придатна». Визначено проблеми правового регулювання адміністративної відповідальності за дії, що призводять до осолонцювання ґрунтів та висловлено пропозиції щодо їх вдосконалення.

Ключові слова: Іригаційне осолонцювання; осолонцювання чорнозему; псування ґрунтів; юридична відповідальність за осолонцювання ґрунтів.

Вступ. Екологічні проблеми Дніпропетровської області дуже подібні до проблем у країні в цілому. Високий ступінь освоєння території негативно позначився на її екологічному стані. Антропогенного впливу зазнали практично всі природні комплекси.

Дніпропетровська область є однією з областей з високим рівнем розораності території і належить до регіонів інтенсивного землеробства України. В умовах посушливого клімату інтенсивність землеробства досягається саме завдяки зрошенню. Це стало причиною безконтрольного поливу водою різної якості у 60-80 роки минулого століття, що негативно вплинуло на різні природні компоненти (ґрунт, рослинний покрив, мікроклімат, підґрунтові води тощо) на великій території як області, так і країни в цілому.

Основний текст. При зрошенні водою неналежної якості (ДСТУ 2730:2015) виникає велика вірогідність іригаційного осолонцювання території. Більшість дослідників вважали, що солонцюватість є зональною ознакою ґрунтів області (Соколовський О.М., Соколов С.С., Кисель В.Д., Можейко А.М. тощо). Поряд з цим Прасолов Л.І. та Антипов-Каратаєв І.М. відмічають відмінності характеристик ґрунтів Степу України з солонцевими ґрунтами.

За даними багатьох досліджень [1,2] видно, що полив навіть прісними водами негативно впливає на якість ґрунту. Зрошення слабо мінералізованими водами [3] приводить до погіршення їх фізичних, фізико-хімічних і водно-повітряних властивостей, що приводить до ущільнення ґрунту. Полив мінералізованими водами за 15 річне зрошення привів до змін типу водного режиму з автоморфного до гігроморфного. Підвищення рівня солей порушило рівновагу у ґрунтовому розчині саме завдяки поливу водою неналежної якості [2]. Проведені дослідження [4] показали, що полив мінералізованими водами



збільшує вміст натрію у ґрунтовому розчині в 10-47 разів та знижується співвідношення кальцію до натрію.

Наші дослідження проводились у с. Олександрівка, Дніпровського району, Дніпропетровської області. Згідно звітних документацій до початку проведення землеробства ґрунт дослідної ділянки не мав ознаки солонцюватості. Ґрунт ділянки дослідження відноситься до чорнозему звичайного малогумусного з зернистою структурою, вмістом кальцію у ґрунтовому поглинаючому комплексі до 80 %, нейтральною реакцією середовища, вмістом гумусу у верхніх шарах до 6%. Рівень залягання підґрунтових вод становив до 7 м.

Для поливу дослідної ділянки використовують воду з водосховища ім.Леніна на р.Самара. Хімічний аналіз зрошувальної води наведено у табл.1.

Таблиця 1

Результати аналізу зрошувальної води з водосховища ім. Леніна на р. Самара за роками досліджень

№ з/п	Контролюючий показник	Результати аналізу за роками				
		2011 рік	2012рік	2013рік	2014рік	2015рік
1	pH	8,1	7,3	7,6	8,01	8,33
2	Сухий залишок, мг/дм ³	2290,00	2300,00	2200,00	2670	3090
3	Сульфати, мг/дм ³	889,43	999,43	899,00	920,24	1154
4	Хлориди, мг/дм ³	493,76	564,76	474,06	490,2	520
5	Жорсткість, мекв/дм ³	23,89	25,05	24,50	24,7	25,2
6	Лужність, мекв/дм ³	5,50	4,50	5,35	5,53	6,25
7	Гідрокарбонати, мг/дм ³	336,50	393,85	325,56	380,56	551
8	Карбонати, мг/дм ³	-	-	-	-	-
9	Кальцій, мг/дм ³	176,09	159,29	169,90	220,94	203
10	Магній, мг/дм ³	182,10	202,00	179,69	200,69	201,41
11	Калій+натрій, мг/дм ³	322,70	421,56	340,85	460,54	470,32
12	Сума іонів, мг/дм ³	2229,83	2250,50	2235,60	2670	3089

За роки досліджень спостерігається тенденція до погіршення характеристик поливної води: значення pH збільшується з 7,3 до 8,3, що може викликати появу карбонатної соди у воді; сухий залишок поступово збільшується - 2290,00 – 3090, мг/дм³. Аналіз даних про якість зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослин та небезпекою осолонцювання ґрунту (ДСТУ 2730:2015) показав, що воду за всі роки досліджень необхідно віднести до II класу якості води «Обмежено придатна». Відповідно до агрономічних критеріїв встановлено хімічний тип води як хлоридно-сульфатний нарієво-магнієвий майже за весь період та хлоридно-сульфатний магнієво-нарієвий.

Оскільки зрошувану воду відносять до II класу якості води «Обмежено придатна», то використання повинно супроводжуватися з заходами спрямованими на попередження іригаційного осолонцювання ґрунтів.

Тривале зрошення водою II класу якості води «Обмежено придатна» призвело до вимивання карбонатів кальцію з орного шару ґрунту, що негативно



вплинуло на властивості чорнозему: утворення органічної речовини та її накопичення, підтримання стабільності ґрунтової реакції, утворення сприятливого водного, повітряного, поживного, теплового режимів та попередження процесів осолонцювання.

Аналіз даних характеристики ґрунтів за роки спостереження показав зміну фізичних та хімічних властивостей дослідної ділянки на контрольних ділянках в сторону їх погіршення. Піднявся рівень підґрунтових вод до 2 м. Ступінь засолення ділянки характеризувався, як середньо засолений. За вмістом водорозчинних солей підвищився вміст сульфатів на 10% та натрію.

Показник рН знаходиться в межах норми, за глибиною дещо збільшується з 7,45 у шарі 0-45 см до 7,66 у шарі 45-75 см, і до 7,79 у шарі 75-105 см. За сумою водорозчинних солей шар ґрунту 0-30 см відносять до слабозасолених та 30-105 см - середньозасолених ґрунтів.

Згідно з відповідних співвідношень (Ca/Mg, Na/Mg, Na/Ca) на дослідній ділянці переважає сульфатний та натрієвий хімічний тип засолення. Вміст токсичних солей дослідної ділянки коливається від 0,0766% до 0,48% тобто від слабо засолених до середньо засолених.

Ємкість поглинання у метровому шарі ґрунту змінюється від 20,10 до 26,55 ммоль на 100 г ґрунту. З неї вміст обмінного кальцію - з 83,86-83,48 % у шарі ґрунту 0-45 см зменшується до 79,58-79,70 % у шарі 45-75 см і підвищується до 82,09-82,34 % у шарі 75-105 см. Відсоток обмінного натрію від ємкості поглинання становить 1,51 % - у шарі 0-15 см, 2,52-2,64 % - у шарі 15-45 см, 1,82-1,29 % - у шарі 45-105 см. Відповідно до кількості обмінного натрію ґрунт дослідної ділянки належить до малонатрієвих ґрунтів.

Вміст загального азоту (0,146–0,266%) в орному шарі дуже низький і з глибиною поступово зменшується.

Вміст карбонатів у верхній частині профілю складає 0,5–2,5%, а на глибині лінії скипання різко зростає, досягаючи 3,5–3,8%, а нижче по профілю їхній вміст досягає 12–15%.

У вологому стані ґрунт високопластичний, в'язкий, липкий, сильно набрякає, легко пептизується. Підчас висихання відбувається стискання ґрунтової маси. Завдяки даним характеристикам ґрунту відрізняються низькою водопроникністю.

Таким чином, дослідна ділянка представлена ґрунтом, який є типовим для даного регіону - чорнозем звичайний малогумусний вилугуваний на суглинковому лесі. Даний ґрунт має ознаки фізичної і фізико-хімічної солонцюватості, що зумовило тривале зрошення даної території.

Правові засади боротьби із іригаційним осолонцюванням ґрунтів

Станом на сьогодні в Україні фактично відсутні правові механізми боротьби із іригаційним осолонцюванням ґрунтів, оскільки відсутні реальні можливості притягнення винних у псуванні ґрунтів осіб до юридичної відповідальності.

Так, адміністративна відповідальність за правопорушення у сфері охорони природи та використання природних ресурсів встановлюється Кодексом



України про адміністративні правопорушення (далі – КУпАП) [5]:

Стаття 52. Псування і забруднення сільськогосподарських та інших земель

Псування сільськогосподарських та інших земель, забруднення їх хімічними і радіоактивними речовинами, нафтою та нафтопродуктами, неочищеними стічними водами, виробничими та іншими відходами, а так само невжиття заходів по боротьбі з бур'янами - тягнуть за собою накладення штрафу на громадян від двадцяти до вісімдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб, громадян - суб'єктів підприємницької діяльності - від п'ятдесяти до ста неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Диспозиція вищезгаданої статті, на нашу думку, викладена таким чином, що ускладнює, а то й унеможлиблює притягнення винних у осолонцюванні ґрунтів до адміністративної відповідальності, оскільки, хоча об'єктивна сторона складу правопорушення, передбаченого ст. 52 КУпАП, і включає «псування сільськогосподарських та інших земель», Законом № 963 [6] псування земель визначається як «порушення природного стану земель, яке здійснюється без обґрунтованих проектних рішень, погоджених та затверджених в установленому законодавством порядку, забруднення їх хімічними, біологічними та радіоактивними речовинами, в тому числі тими, що викидаються в атмосферне повітря, засмічення промисловими, побутовими та іншими відходами, неочищеними стічними водами, порушення родючого шару ґрунту, невиконання вимог встановленого режиму використання земель, а також використання земель у спосіб, що погіршує їх природну родючість». Акцентування уваги законодавцем саме на забрудненні хімічними, біологічними та радіоактивними речовинами, що веде до можливих помилок у трактуванні цієї норми, а також вкрай низький розмір штрафу (до 1700 грн.), жодним чином не сприяють застосуванню механізму притягнення до юридичної відповідальності за цією нормою, у зв'язку із чим авторами пропонується внести зміни до ст. 52 КУпАП в частині посилення відповідальності шляхом збільшення розміру штрафів, а також викласти диспозицію ст. 52 КУпАП у новій редакції: «Псування сільськогосподарських та інших земель, забруднення їх хімічними і радіоактивними речовинами, нафтою та нафтопродуктами, неочищеними стічними водами, виробничими та іншими відходами, дії, що призводять до їх осолонцювання, а так само невжиття заходів по боротьбі з бур'янами».

Література:

1. Вплив 40-річного зрошення мінералізованою водою на хімічний склад ґрунтового покриву Інгулецького масиву. П.С. Лозовицький, 2004 Меліорація і водне господарство. Вип. 91, С. 193-208.
2. Лозовицький П.С., Каленюк С.М. Изменение свойств южных черноземов при длительном орошении минерализованными водами // Почвоведение. – 2001. - №4. – С. 478-495.
3. Позняк С.П. Орошаемые земли юго-запада Украины. – Львов: ВНТЛ, 1997. – 240с.



4. Защита орошаемых земель от эрозии, подтопления и засоления. Под ред. Т.Н.Хрусовой, 1991, К.: Урожай, 203с.

5. Кодекс України про адміністративні правопорушення від 07.12.1984 р. № 8073-X // Відомості Верховної Ради УРСР – 1984 - № 51 – Ст. 1122.

6. Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» від 19.06.2003 р № 963-IV // Голос України – 2003 - № 15.

Abstract. The article is devoted to the effects of long-term irrigation of water of inappropriate quality of black soil in the territory of the Dnipropetrovsk region. The influence of mineralized water used for irrigation on the condition of soils is analyzed. The results of analyzes of irrigation water on the research plot for 2011-2015 are represented. The effect on the properties of black soil as a result of prolonged irrigation with irrigated water of the 2nd class of water quality "Limitedly appropriate" was investigated. The problems of legal regulation of administrative responsibility for actions that lead to salinization of soils are solved and proposals for their improvement are defined.

Key words: irrigational salinization; salinization of black soil; spoiling of soils; legal responsibility for salinization of soils.

References:

1. Lozovytskyi P.S. (2004). Vplyv 40-richnoho zroshennia mineralizovanoi vodoiu na khimichni sklad gruntovoho pokryvu Inhuletskoho massyvu [Effect of 40 years of irrigation by mineral water on the chemical composition of the soil in the Ingulets massif] in Meliotatsiia i vodne hospodarstvo [Melioration and water management], Vol. 91, pp. 193-208.

2. Lozovitskiy P.S. and Kalenyuk S.M. (2001). Izmeneiye svoystv yuzhnykh chernozemov pri dlitel'nom oroshenii minaralizovannymi vodami [Changes in the properties of southern black soils during prolonged irrigation with mineralized waters] in Pochvovediniye [Paedology], Vol. 4, pp. 478-495.

3. Poznyak S.P. (1997). Oroshayemye zemli yugo-zapada Ukrainy [Irrigated lands of South-West of Ukraine], VNTL, Lvov, 240 p.

4. Khruslova T.N. (1991). Zashchita oroshayemykh zemel' ot erozii, podtopleniya i zasoleniya [Protection of irrigated lands from erosion, flooding and solary], Urozhay [Harvest], Kiev, 203 p.

5. Kodeks Ukrainy pro administratyvni pravoporushennia [Code of Ukraine on Administrative Offenses], 07.12.1984, No. 8073.

6. Zakon Ukrainy "Pro derzhavnyi kontrol za vykorystanniam ta okhoronoiu zemel" [Law of Ukraine "On state control over the use and protection of lands"], 19.06.2003, No. 963.



International periodic scientific journal

Modern scientific researches

Современные научные исследования

Issue №4

Vol.1

May 2018

*Scientific achievements of the authors were also presented at the International Conference
"Scientific developments: yesterday, today, tomorrow '2018"
(May 15-16, 2018)*

*The decision of the international scientific conference:
works, that received positive feedback, have been recommended for publication in the journal
«Modern scientific researches»*

Development of the original layout - "Yolnat PE"

Signed: 12.06.2018

Yolnat PE
220092, Minsk, ul. Beruta, d.3B, room 72, room 4a
E-mail: orgcom@sworld.education

*The publisher is not responsible for the reliability of the
information and scientific results presented in the articles*



With the support of research project SWorld
www.sworld.education

