

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

ISSN 2520-2057

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»

№ 3 (83) / 2020
1 том



**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
«ІНТЕРНАУКА»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»**

*Свідоцтво
про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 22444-12344ПР*

Збірник наукових праць

№ 3 (83)

1 том

Київ 2020



Повний бібліографічний опис всіх статей Міжнародного наукового журналу «Інтернаука» представлено в: **Index Copernicus International (ICI); Polish Scholarly Bibliography; ResearchBib; Turkish Education Index; Наукова періодика України.**

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та наукометричних базах даних: **Index Copernicus International (ICI); Ulrichsweb Global Serials Directory; Google Scholar; Open Academic Journals Index; Research-Bib; Turkish Education Index; Polish Scholarly Bibliography; Electronic Journals Library; Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky; InfoBase Index; Open J-Gate; Academic keys; Наукова періодика України; Bielefeld Academic Search Engine (BASE); CrossRef.**

В журналі опубліковані наукові статті з актуальних проблем сучасної науки.

Матеріали публікуються мовою оригіналу в авторській редакції.

Редакція не завжди поділяє думки і погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

У відповідності із Законом України «Про авторське право і суміжні права», при використанні наукових ідей і матеріалів цієї збірки, посилання на авторів та видання є обов'язковими.

Редакція:

Головний редактор: **Коваленко Дмитро Іванович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)
Випускаючий редактор: **Золковер Андрій Олександрович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)
Секретар: **Колодич Юлія Ігорівна**

Редакційна колегія:

Голова редакційної колегії: **Камінська Тетяна Григорівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)
Заступник голови редакційної колегії: **Курило Володимир Іванович** — доктор юридичних наук, професор, заслужений юрист України (Київ, Україна)
Заступник голови редакційної колегії: **Тарасенко Ірина Олексіївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Розділ «Технічні науки»:

Член редакційної колегії: **Бєліков Анатолій Серафимович** — доктор технічних наук, професор (Дніпро, Україна)
Член редакційної колегії: **Луценко Ігор Анатолійович** — доктор технічних наук, професор (Кременчук, Україна)
Член редакційної колегії: **Мельник Вікторія Миколаївна** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Наумов Володимир Аркадійович** — доктор технічних наук, професор (Калінінград, Російська Федерація)
Член редакційної колегії: **Румянцев Анатолій Олександрович** — доктор технічних наук, професор (Краматорськ, Україна)
Член редакційної колегії: **Сергейчук Олег Васильович** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Чабан Віталій Васильович** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Аль-Абабнех Хасан Алі Касем** — кандидат технічних наук (Амман, Йорданія)
Член редакційної колегії: **Артюхов Артем Євгенович** — кандидат технічних наук, доцент (Суми, Україна)
Член редакційної колегії: **Баширбейлі Адалат Ісмаїл** — кандидат технічних наук, головний науковий спеціаліст (Баку, Азербайджанська Республіка)
Член редакційної колегії: **Коньков Георгій Ігорович** — кандидат технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Кузьмін Олег Володимирович** — кандидат технічних наук, доцент (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Почужевский Олег Дмитрович** — кандидат технічних наук, доцент (Кривий Ріг, Україна)
Член редакційної колегії: **Саньков Петро Миколайович** — кандидат технічних наук, доцент (Дніпро, Україна)

Розділ «Фізико-математичні науки»:

Член редакційної колегії: **Задерей Петро Васильович** — доктор фізико-математичних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Ковальчук Олександр Васильович** — доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Віцентій Олександр Володимирович** — кандидат математичних наук, доцент (Апатити, Мурманська обл., Російська Федерація)

Розділ «Філософські науки»:

Член редакційної колегії: **Байчоров Олександр Мухтарович** — доктор філософських наук, професор (Мінськ, Республіка Білорусь)
Член редакційної колегії: **Ільїна Антоніна Анатоліївна** — доктор філософських наук, доцент (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Сутужко Валерій Валерійович** — доктор філософських наук, доцент (Саратів, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Фархїтдінова Ольга Михайлівна** — кандидат філософських наук

Розділ «Педагогічні науки»:

Член редакційної колегії: **Кузава Ірина Борисівна** — доктор педагогічних наук, доцент (Луцьк, Україна)

Член редакційної колегії: **Мулик Катерина Віталіївна** — доктор педагогічних наук, доцент (Харків, Україна)

Член редакційної колегії: **Лігоцький Анатолій Олексійович** — доктор педагогічних наук, професор (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Рибалко Ліна Миколаївна** — доктор педагогічних наук, професор (Полтава, Україна)

Член редакційної колегії: **Остапівська Ірина Ігорівна** — кандидат педагогічних наук, доцент (Луцьк, Україна)

Розділ «Психологічні науки»:

Член редакційної колегії: **Цахаєва Анжеліка Аміровна** — доктор психологічних наук, професор (Махачкала, Республіка Дагестан, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Щербан Тетяна Дмитрівна** — доктор психологічних наук, професор, Заслужений працівник освіти України, ректор Мукачівського державного університету (Мукачеве, Україна)

Член редакційної колегії: **Кулікова Тетяна Іванівна** — кандидат психологічних наук, доцент (Тула, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Фільова-Русєва Красимира Георгієва** — кандидат психологічних наук, доцент (Пловдив, Республіка Болгарія)

Розділ «Медичні науки»:

Член редакційної колегії: **Свиридов Микола Васильович** — доктор медичних наук, головний науковий співробітник відділу ендокринологічної хірургії, керівник Центру діабетичної стопи (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Стеблюк Всеволод Володимирович** — доктор медичних наук, професор криміналістики і судової медицини, Народний Герой України, Заслужений лікар України (Київ, Україна)

Член редакційної колегії: **Щуров Володимир Олексійович** — доктор медичних наук, професор, головний науковий співробітник лабораторії корекції деформацій і подовження кінцівок (Курган, Російська Федерація)

Член редакційної колегії: **Купріянова Лариса Сергіївна** — кандидат медичних наук, доцент криміналістики та судової експертології (Харків, Україна)

Розділ «Мистецтвознавство»:

Член редакційної колегії: **Симак Анна Іванівна** — кандидат мистецтвознавчих наук, доцент (Кишинів, Республіка Молдова)

Розділ «Філологічні науки»:

Член редакційної колегії: **Маркова Мар'яна Василівна** — кандидат філологічних наук, доцент (Дрогобич, Україна)

ЗМІСТ
CONTENTS
СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЧНІ НАУКИ

- Пірятінська Наталія Євгенівна, Вдовіченко Вячеслав Юрійович,
Сапричова Лариса Віталіївна
РОЗВИТОК ДЕЯКИХ ВИДІВ СУПУТНЬОЇ АНЕМІЇ ВНАСЛІДОК ПОРУШЕННЯ ФУНКЦІЙ
ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ 7

МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

- Jabbarov Botir Gulomovich, Temirova Muqaddas Ibragimjon qizi
RUSSIAN ART IN THE LATE 18TH AND EARLY 19TH CENTURIES..... 11

ПЕДАГОГІЧНІ НАУКИ

- Ergasheva Dilrom Hamidullaevna, Ergasheva Nazira Olimjonovna
FEATURES OF THE DIDACTIC GAME AND ITS ROLE IN STUDENT ACTIVITIES 14
- Уразимова Тамара Владимировна
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО
ИСКУССТВА КАРАКАЛПАКСКОГО НАРОДА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ
И РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ..... 16

ПСИХОЛОГІЧНІ НАУКИ

- Mirzabdullaeva Dilkhumor Erkinovna, Aliyeva Zulhumor Jabbor qizi
THE PROBLEM OF CONFLICTS IN ADOLESCENT PSYCHOLOGY WITH TEACHERS
AND PARENTS..... 21

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

- Stepanova Alla, Navrodskaia Raisa, Novakovskiy Maksim
TARGET FUNCTIONS OF OPTIMIZATION OF HEAT RECOVERY SYSTEMS 23
- Грудз Ярослав Володимирович, Бевз Володимир Володимирович
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ВИДОБУВАННЯ НАФТИ
НА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ 27
- Грудз Володимир Ярославович, Чернецький Михайло Сергійович
РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ РЕМОНТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДРОЗДІЛІВ
ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ 38

Косова Віра Петрівна, Войцеховський Сергій Олександрович ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ СВІТЛА І ФОТОПЕРІОДУ НА БІОМАСУ CHLORELLA VULGARIS.....	43
Мельник Віталій Дмитрович СТРУКТУРИЗАЦІЯ ТЬЮТОРНИХ СКЛАДОВИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	47
Мельник Вікторія Миколаївна ВИКОРИСТАННЯ У СВІЧІЦІ ЗАПАЛЮВАННЯ НАСАДКИ У ФОРМІ «ПСЕВДОСФЕРА»	51
Плосконос Віктор Григорович МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ НОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	55
Романенко Юрій Олександрович МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ. АЛГОРИТМ НАРОЩУВАННЯ КРАЮ ОБ'ЄКТУ	60
Романенко Юрій Олександрович МЕТОД АНАЛІЗУ І СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО КОНТУРНОГО РОЗПОДІЛУ	64

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

Сапельнікова Олена Юріївна, Карачевцева Людмила Анатоліївна, Панова Олена Василівна, Бурдейна Наталія Борисівна ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОСТІ ЛОКАЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ В ОКИСЛЕНИХ СТРУКТУРАХ МАКРОПОРИСТОГО КРЕМНІЮ З НАНОЧАСТИНКАМИ ZnO ТА CdS НА ГРАНИЦІ «Si-SiO ₂ »	68
--	----

ФІЛОЛОГІЧНІ НАУКИ

Mamashaeva Mastura Mamasolievna, Mamashaev Muzaffar Abdumalikovich, Soliyeva Makhfuza Mamasolievna MASHRAV THROUGH THE EYES OF GERMAN ORIENTALIST MARTIN HARTMAN.....	76
Sydykov Kasymjon FEATURES OF THE ARTISTIC TRANSLATION OF YUSUF KHOS HAJIB'S WORK "KUTADGU BILIG"	78

ФІЛОСОФСЬКІ НАУКИ

Курбанова Аїда Набі кизи РОЛЬ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ У ФОРМУВАННІ НОВОЇ ЛЮДИНИ У НОВОМУ СВІТІ ТА ЇЇ СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ	80
--	----

ІНШЕ

Кулешова Наталя Миколаївна ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЯК ЗАСОБУ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ ТА АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ	85
--	----

УДК 616.441

МЕДИЧНІ НАУКИ

Пірятінська Наталія Євгенівна

кандидат медичних наук,

доцент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини і фізичної реабілітації

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Пирятинская Наталия Евгеньевна

кандидат медицинских наук,

доцент кафедры пропедевтики внутренней медицины и физической реабилитации

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Piriatinska Nataliia

Candidate of Medical Sciences,

Associate Professor of the Department of Propaedeutics

of Internal Medicine and Physical Rehabilitation

V.N. Karazin Kharkiv National University

Вдовіченко Вячеслав Юрійович

кандидат медичних наук,

доцент кафедри клінічної анатомії та оперативної хірургії

Харківський національний медичний університет

Вдовиченко Вячеслав Юрьевич

кандидат медицинских наук,

доцент кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии

Харьковский национальный медицинский университет

Vdovichenko Vyacheslav

Candidate of Medical Sciences,

Associate Professor of the Department of Clinical Anatomy and Operative Surgery

Kharkiv National Medical University

Сапричова Лариса Віталіївна

асистент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини і фізичної реабілітації

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Сапричева Лариса Витальевна

асистент кафедры пропедевтики внутренней медицины и физической реабилитации

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Saprychova Larisa

Assistant of the Department of Propaedeutics of Internal Medicine and Physical Rehabilitation

V.N. Karazin Kharkiv National University

РОЗВИТОК ДЕЯКИХ ВИДІВ СУПУТНЬОЇ АНЕМІЇ ВНАСЛІДОК ПОРУШЕННЯ ФУНКЦІЙ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СОПУТСТВУЮЩЕЙ АНЕМИИ ВСЛЕДСТВИЕ НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

CERTAIN TYPES OF COMPLIANT ANEMIA DEVELOPMENT AFTER THYROID GLAND FUNCTIONS DISORDER OF

Анотація. У статті представлений огляд сучасної літератури, що висвітлює питання впливу ендокринної патології на розвиток різних видів анемії у людини. Описується значення біологічно активних речовин в нормальному еритропоезі, розглядається роль еритропоєтину і дію гормонів ендокринних залоз на його розвиток. Обговорюються такі ендокринні патології, як гіпо- та гіпертиреозидизм і особливості розвитку анемічних станів при них. Аналіз літератури показав, що анемія негативно впливає на перебіг основного захворювання, істотно погіршуючи його прогноз, а її лікування частіше ефективно тільки спільно з коригуванням гормонального статусу. Ці особливості необхідно враховувати в клінічній практиці при веденні пацієнтів з патологією щитоподібної залози.

Ключові слова: анемія, еритропоез, еритропоєтин, ендокринні патології, щитоподібна залоза, гіпотиреозидизм, гіпертиреозидизм.

Аннотация. В статье представлен обзор современной литературы, освещающей механизмы влияния эндокринной патологии на развитие различных видов анемий у человека. Описывается значение биологически активных веществ в нормальном эритропоезе, рассматривается роль эритропоэтина и действие гормонов эндокринных желез на его образование. Обсуждаются такие эндокринные патологии, как гипо- и гипертиреозидизм и особенности развития анемических состояний при них. Анализ литературы показал, что анемия отрицательно влияет на течение основного заболевания, существенно ухудшая его прогноз, а ее лечение чаще эффективно только совместно с коррекцией гормонального статуса. Эти особенности необходимо учитывать в клинической практике при ведении пациентов с патологией щитовидной железы.

Ключевые слова: анемия, эритропоез, эритропоэтин, эндокринная патология, щитовидная железа, гипотиреозидизм, гипертиреозидизм.

Summary. The article presents a review of modern literature, covering the impact of endocrine pathology on the development of various types of anemia in humans. The importance of biologically active substances in normal erythropoiesis is described, the role of erythropoietin and the action of hormones of the endocrine glands on its formation are considered. Endocrine pathologies such as hypo- and hyperthyroidism and features of the development of anemic conditions are discussed. An analysis of the literature showed that anemia negatively affects the course of the underlying disease, significantly worsening its prognosis, and its treatment is more often effective only in conjunction with the adjustment of hormonal status. These features must be taken into account in clinical practice when managing patients with thyroid pathology.

Key words: anemia, erythropoiesis, erythropoietin, endocrine pathologies, thyroid, hypothyroidism, hyperthyroidism.

Постановка проблеми. Анемія є глобальною проблемою громадської охорони здоров'я не тільки в країнах, що розвиваються, але і в країнах з високим рівнем життя, такою, що негативно впливає на здоров'я людини і створюючи негативні соціально-економічні наслідки. При цьому наявність ендокринної патології саме по собі може викликати анемічний синдром або обтяжувати його перебіг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження складають праці ВООЗ [1–3; 7] та таких фахівців в області ендокринної патології та гематології, як Harper J. W. [8], Drew Provan [9], Ajay K. Singh [10], McPherson R.A. [11], Yoshida K. [15], Ram Prakash Patel [17], Nagao T. [18], Chanchal Das [19], McLean E. [20].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Аналіз наукових праць та досліджень про патогенез розвитку анемії. Виявлення залежності анемічного синдрому від дисфункції щитоподібної залози.

Виклад основного матеріалу. За даними ВООЗ в світі на анемію різного ступеню важкості страждають біля 1,62 мільярда чоловік, що є майже 25% населення [1; 2]. Анемія може виникати протягом усіх періодів життя людини. Анемією зветься група клініко-гематологічних синдромів, що характеризуються зменшенням кількості еритроцитів і концен-

трації гемоглобіну в крові. Відповідно до рекомендацій ВООЗ критерієм діагнозу анемії є зниження рівня гемоглобіну менш ніж 120 г/л і еритроцитів менш ніж 3,8 млн/мкл у жінок, у чоловіків менш ніж 130 г/л та 4,0 млн/мкл відповідно [3]. Основою для розвитку анемічних станів може служити широкий спектр патологічних процесів, але ж основним є один з трьох чинників або на їх комбінація: крововтрата, недостатнє утворення еритроцитів або їх підвищене руйнування [4].

Анемія негативно впливає на якість життя хворих, викликає зниження працездатності і толерантності до фізичного навантаження, погіршення сексуальної і когнітивної функції і супроводжується різними соматичними симптомами (задишка, запаморочення, поганий апетит та таке інше), є ризиком розвитку серцево-судинної патології та в деяких випадках опосередкованим чинником смерті людини [5–8]. Як правило, анемія є одним із проявів захворювання, а не самостійною патологією [9].

На синтез еритропоєтину прямо або опосередковано діють гормони ендокринних залоз, тому при їх дисфункції можна спостерігати зміни показників червоної крові. Патолофізіологічна основа анемії, що спостерігається при ендокринних розладах, може бути багатофакторною і, таким чином, не завжди чіткою [9; 10].

Порушення функції щитоподібної залози може привести до різних видів анемії. У пацієнтів з гіпертиреозом спостерігається збільшення еритропоетичної активності кісткового мозку. Це пов'язано зі збільшеною потребою тканин у кисні в результаті підвищення основного обміну при тиреотоксикозі і як відповідна реакція на це збільшується вироблення еритропоєтину [9]. Однак гормони щитоподібної залози надають і пряму дію на еритропоєз, можливо, через рецептори катехоламінів. Оскільки при тиреотоксикозі водночас збільшуються обсяг плазми крові і кількість еритроцитів, то гематокритне число не змінюється, хоча у 10–25% пацієнтів спостерігається анемія [11]. У деяких випадках розвивається мікроцитарна гіпохромна анемія, а в 1–3% і перниціозна анемія [12].

Численні дослідження підтверджують тісний зв'язок між змінами функції кісткового мозку і імунними порушеннями щитоподібної залози. При гіпертиреозі досить часто спостерігається помірна макроцитарна нормохромна анемія, у 20–60% пацієнтів на хронічний аутоімунний тиреоїдит розвивається справжня перниціозна анемія. Також в деяких випадках гіпертиреозу можуть спостерігатися крім еритроцитозу, помірний лімфоцитоз, гранулоцитопенія і тромбоцитопенія [13; 14].

У деяких пацієнтів анемія пов'язана з дефіцитом заліза, фолатів і вітаміну B_{12} , що супроводжується відповідними змінами морфології еритроцитів. У інших пацієнтів анемія носить нормохромний нормоцитарний характер і, вочевидь, пов'язана власне з тиреотоксикозом. Еритропоєз не є ефективний. Можливо, що в ряді випадків розвиток анемії пов'язано з гемодилуцією. Описані випадки сидеробластної анемії з тиреотоксикозом. При дослідженнях випадків важкої панцитопенії в групі пацієнтів з тиреотоксикозом робляться висновки, що оцінку функції щитоподібної залози необхідно проводити у пацієнтів з панцитопенією навіть при відсутності симптомів ендокринної патології [14].

У деяких наукових роботах відзначається вплив гормонів щитоподібної залози безпосередньо на еритроцити. Дослідження показали зниження концентрації цинку в червоних кров'яних клітинах. Було висунуто припущення про залежність середньої концентрації тиреоїдних гормонів і концентрації цинку в еритроциті. Дану залежність можна враховувати при проведенні диференційної діагностики хвороби Грейвса і транзиторного тиреотоксикозу, при якому не виявлено зміни рівня цинку в еритроциті [15]. Лікування проводять з приводу основного захворювання, якщо підтверджено лабораторними тестами дефіцит заліза, вітаміну B_{12} і фолієвої кислоти, то призначають відповідне лікування.

При гіпотиреозі анемія відзначається у 25–60% пацієнтів за рахунок пригнічення еритропоєзу. При це відбувається зниження концентрації еритропоєтину в сироватці крові, відзначається зниження кількості клітин в червоному кістковому мозку, зниження проліферації еритробластів [16]. За своїм характером анемія може бути гіпохромною мікроцитарною, нормохромною нормоцитарною та макроцитарною, ступінь тяжкості якої варіюється в залежності від ступеня гіпотиреозу [13]. Найбільш часто відзначається нормохромна нормоцитарна анемія, яка обумовлена власне дефіцитом тиреоїдного гормону [17].

Анемія може не виявлятися (маскуватися) через зменшення у хворого обсягу плазми крові. Макроцитоз виявляється у 55% пацієнтів з гіпотиреозом і може розвиватися без дефіциту поживних речовин. У ряді хворих відзначаються акантоцити [18]. Причини розвитку анемії частіше за все змішані. При гіпофункції щитоподібної залози розвивається гіпо-і ахлоргідрія, що погіршує всмоктування заліза через неможливість перетворитися в засвоювану форму. Розвивається анемія гіпохромна мікроцитарного характеру. У ряді досліджень виявлено залежність гіпотиреозу і перниціозної анемії у 10–15% пацієнтів [16; 19; 20].

Якщо в організмі виник хронічний дефіцит заліза, то можливе блокування ферменту дейодінази, який сприяє перетворенню T_4 в активний T_3 . Крім того, якщо є нестача заліза в щитоподібній залозі, то знижується активність тиреопероксидази — ферменту, що є залежним від рівня заліза крові [16; 19].

Таким чином, залізо істотно впливає на роботу щитоподібної залози, порушення у функціонуванні якої, в свою чергу, можуть істотно вплинути на надходження заліза в організм. У разі анемії або порушення обміну заліза не слід забувати про стан щитоподібної залози. Таким чином, сам по собі гіпотиреоз сприяє макроцитозу. Замісна терапія гормоном щитоподібної залози коригує гематокритне число і ліквідує макроцитоз протягом 3–6 місяців після початку лікування. Призначення препаратів заліза, вітаміну B_{12} , фолатів без прийому гормонів неефективне.

Висновки. Узагальнюючи літературні дані, можна підсумувати, що підвищення або зниження функції щитоподібної залози призводить до неефективного еритропоєзу. В результаті з'являється анемія, що може погіршувати перебіг основного захворювання, а її лікування частіше ефективно тільки спільно з коригуванням гормонального статусу. Ці особливості необхідно враховувати в клінічній практиці при веденні пацієнтів з патологією щитоподібної залози.

Література

1. URL: <https://www.who.int>
2. The global prevalence of anaemia in 2011. Geneva: World Health Organization, 2015. 43 p.
3. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Geneva: World Health Organization, 2011. 6 p.
4. Accuracy of continuous noninvasive hemoglobin monitoring: a systematic review and meta-analysis / S.H. Kim, M. Lilot, L.S. Murphy et al. // *Anesth Analg*. 2014. № 119(2). P. 332–346.
5. Association of Testosterone Levels With Anemia in Older Men: A Controlled Clinical Trial / C.N. Roy, P.J. Snyder, A.J. Stephens-Shields et al. // *JAMA Intern Med*. 2017. № 177(4). P. 480.
6. Mehul S Patel. Anaemia and iron dysregulation: untapped therapeutic targets in chronic lung disease? / M.S. Patel, E. McKie, M.C. Steiner et al. // *BMJ Open Resp Res*. 2019. № 6. 8 p.
7. Nutritional anaemias: tools for effective prevention and control. Geneva: WHO Document Production Services, 2017. 96 p.
8. Anemia in celiac disease is multifactorial in etiology / J.W. Harper, S.F. Holleran, R. Ramakrishnan et al. // *Am J Hematol*. 2007. № 82(11). P. 996–1000.
9. Oxford Handbook of Clinical Haematology / Drew Provan, Trevor Baglin, Inderjeet Dokal, Johannes de Vos. Oxford University Press, 2015. 864 p.
10. Textbook of nephro-endocrinology / Ajay K. Singh, Gordon H. Williams. Academic Press, 2018. P. 584.
11. Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods / R.A. McPherson, M.R. Pincus. Saunders, 2011. 1568 p.
12. Thyroid Dysfunction and Anemia: A Prospective Cohort Study and a Systematic Review / C. Floriani, M. Feller, C.E. Aubert et al. // *Thyroid*. 2018. № 28(5). P. 575–582.
13. Characteristics of anemia in subclinical and overt hypothyroid patients / E. Mehmet, K. Aybike, S. Ganidagli, K. Mustafa // *Endocrine Journal*. — 2012. Vol. 59. № 3. P. 213–220.
14. Pancytopenia in untreated patients with Graves' disease / C.S.P. Lima, D.E. Zantut Wittmann, V. Castro et al. // *Thyroid*. 2006. Vol. 16. № 4. P. 403–409.
15. Yoshida K. Erythrocyte carbonic anhydrase I and zinc concentrations in thyrotoxicosis reflect integrated thyroid hormone levels over the previous few months. — *Rinsho Byori*. 2007. № 55 (6). P. 560–565.
16. Szczepanek-Parulska E. Anemia in thyroid diseases / E. Szczepanek-Parulska, A. Hernik, M. Ruchała // *Pol Arch Intern Med*. 2017. № 127(5). P. 352–360.
17. Ram Prakash Patel. Study of anemia in primary hypothyroidism / Ram Prakash Patel, Atishay Jain // *Thyroid Research and Practice*. 2017. Vol. 14. P. 22–24.
18. Nagao T. Diagnosis and treatment of macrocytic anemias in adults / T. Nagao, M. Hirokawa // *J Gen Fam Med*. 2017. № 18. P. 200–204.
19. Etiology of anemia in primary hypothyroid subjects in a tertiary care center in Eastern India / Chanchal Das, Pranab K. Sahana, Nilanjan Sengupta et al. // *Indian J. of Endocr. and Metabolism*. 2012. Vol. 16, № 8. P. 361–363.
20. McLean E. Review of the magnitude of folate and vitamin B12 deficiencies worldwide / E. McLean, B. de Benoist, L.H. Allen // *Food Nutr Bull*. 2008. № 29(2). P. 38–51.

UDC 7.7.03

МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

Jabbarov Botir Gulomovich*Associate Professor of the Department of Fine and Applied Arts
Namangan State University***Temirova Muqaddas Ibragimjon qizi***Lecturer at the Department of Fine and Applied Arts
Namangan State University*

RUSSIAN ART IN THE LATE 18TH AND EARLY 19TH CENTURIES

Summary. This article explores the end of the 18th and the first half of the 19th century, the era of great changes in Russian art, and the works of artists, painters, artists, and sculptors, who contributed to the development of not only Russia but also Europe, scientific data on specific aspects.

Key words: Great World in Europe, World War I, classics, romance, ideas and elements of realism, painting, graphics, sculpture, architecture compositions, Cathedral, Isaac Cathedral, Seafaring Horse, Russian period of development and rise.

This period was a time of great change not only in Russia but also in Europe. Carlo-Maria Buonaparte, the second son of a Corsican nobility, born in 1799, born K. P. Bryulov, suppressed the French Revolution of Napoleon and declared himself a military dictator. Suvorov, who crosses the Alps, introduces the Russian weapon. In the Pushkin family, a little-known nobleman, a son was born and named him Alexander. The small town of Toure was born in 1799 on the French town of Onore de Balzac. In Milan, Antonio Bruni, also a son of a phonograph artist, also gave birth to a son and named him Fidelio. After their family emigrated to Russia in 1807, this young man, Fedor Antonovich, later became rector of the Petersburg Academy of Arts and a master of Russian painting.

By the end of the eighteenth century, Russia would become one of the largest European countries. The unlimited possibilities of the nobles further exacerbated the tensions in the social life of society. This tension escalated after the war of 1812 with the French troops, which was historically known as World War I. In 1825, there was also the uprising known as the “decabration revolution”. A. S. Pushkin, M. Yu. Lermontov, V. N. Gogol, Poets and writers such as M. I. Glinka have condemned the existing lifestyle.

In the first half of the 19th century, trends in Russian painting, such as classics, romance, and realism, represented different stages of their development. In particular, if there was a crisis of classicism and it became academic. Such fine works of Russian romance have been created by artists such as K. P. Bryullov and A. Kiprensky. Russian realism, however, evolved. He

discovered a critical realism in the work of artists like A. Tropinin and A. P. Fedotov.

The works of Orest Adamovich Kiprensky (1782–1836) show the researches and achievements of this period. The painter, who mainly works in the genre of portrait, will be able to discover new aspects of portrait art and enrich his ideological and artistic aspects. O. A. Kiprensky's portrait (1827) is a Russian poet. of S. Pushkin It is a portrait of Pushkin during his lifetime. In his poetic letter to the artist, Pushkin highly appreciated this portrait and described it as “I saw myself in the mirror.”

As a major representative of Russian romance, Kiprensky focuses on deepening the content of his works, making them lively, expressive, and revealing the spiritual world of nature. This in turn reinforces elements of realism in his work.

Another leading painter of that time was Vasily Andreevich Tropin (1776–1857), one of the most prolific artists of his time. His portraits, created in the spirit of love for man, were important for the development of realistic art. Tropinin's works, along with many other museums around the world, are also on display at the State Museum of Art of Uzbekistan.

During this time not only the genre of portrait, but many other genres also developed. In particular, many works were created in the domestic genre, reflecting everyday life. Alexei Gavrilovich Venetsianov (1780–1847) is one of the Russian artists who made a significant contribution to the development of this genre. He is the first Russian painter to paint an image of himself, observe the daily routine and work of

ordinary people and create works based on them. In most of his works, the artist tries to portray everyday life as well as the harmony of human and nature. The open spaces, the clear air, and the charm of the sunshine add to the work of the artist.

It is noteworthy that since the 19th century, Russian artists, regardless of the theme they refer to in any genre, try to express the feelings, moods and thoughts of their contemporaries, as well as to address the contemporary issues of the day.

In the first half of the 19th century, great success was achieved in the historical genre. In their works on historical events, artists have created works of art dedicated to the history of the country, striving to glorify their motherland and instill in them a sense of patriotism. Even when they created works based on mythical ideas, they also tried to express the issues of their time and time. The great paintings by Karl Pavlovich Bryullov (1799–1852), “The Last Day of Pompeii” and “The Public View of Jesus” by Alexander Andreevich Ivanov (1806–1858) are remarkable works.

In the first half of the 19th century the processes that took place in Russian fine art, especially by A.B. P. Fedotov’s work is evident. He was the first to fill the domestic genre in Russian painting with social content. He strongly criticized social inequalities among people, strongly condemning the iniquities of society. The artist becomes one of the founders of critical realism in painting.

Like graphic arts, graphic arts developed more rapidly during this period. The development of fiction by engraving is directly related to the development of illustration. Graphic artists in their works tried to reveal the contradictions of the social order. One such artist as A. A. Gagin, is began his own creative direction of critical realism.. Artists like E. I. Kozrigin, Ch. Bernadsky also made a significant contribution to the development of graphic art. Architecture was also developed in connection with the great work on reconstruction and repair of Moscow, which was destroyed after the end of World War I. In these works, the architects I. D. Jilardi (1788–1845), a. N. Grigoryev (1782–1867), The work of such artists as O. I. Bove (1784–1834) plays an important role. In particular, Osip Ivanovich Bove’s project is undergoing extensive repairs around the Kremlin. The Red Square in Moscow, the capital of the present-day Russian state, has been shaped ever since.

The progressive ideas of the period were reflected in the large architectural compositions built at that time, the improvement of construction techniques, including the wide use of metal in the architecture, greatly influenced the appearance of the architecture of the period. And the creative collaboration of architects with sculptors and artists has made it possible to create great examples of art synthesis.

The precision, persistence, and simplicity inherent in classicalism at this time did not satisfy the emerging

bourgeoisie, the nobility and the great. Now, architects have begun to use different styles, elements and elements of the period for the decoration of buildings. In this way, eclectic elements began to replace the whole style in architecture. And the aspiration for the efficient use of buildings has greatly influenced the development of architecture. The decoration of the buildings was dismantled, and the tension between the city and its surrounding villages became apparent.

The building, which is now the Russian State Museum, presents Karl Ivanovich Rossi (1775–1829) as a major representative of Russian classics. The name and creative work of this artist are closely connected with Petersburg. One of the architect’s most important works is the Alexander Theater in St. Petersburg and its front yard. Rossi will create a unique ensemble in the design of the building, including the surrounding buildings.

Augustus Monferan (1786–1858), a native of France, also made a significant contribution to the development of Russian architecture. In the first half of the 19th century, the “Isaac Cathedral”, a unique example of European architecture not only in Russia, was one of the largest and most prominent buildings of that time. It is remarkable for its height (102 meters) and its size, complexity of design and efficient use of precious decorative materials such as bronze, granite and marble.

In the first half of the nineteenth century, all types and genres of sculpture flourished. Many unique monuments were created especially in magnificent, magnificent and decorative sculpture. At the same time, the development of sculpture of this period was not isolated from internal conflicts. On the one hand, the traditions of classicalism and ideology are beginning to fade away, and they turn into formalism, an area of formal art. On the other hand, the rise of realistic processes is seen as an important sign of the sculpture of that period. In the middle of the century, magnificent ornamental sculpture lost its status, and the interest in stand-alone sculpture began to spread, and the animal genre became widespread.

The statue of Ivan Petrovich Martos, dedicated to Minin and Pozharsky (1804–1816) on the red square of Moscow, is also unique. In this work the sculptor reflects the image of his contemporaries, who sought to free their homeland from foreign invaders, who loved their country and fought for it. The monument, in its position, is in line with Falcone’s “Copper Rider” and Kozlovsky’s “Samson”. Martos also works on the creation of tombstones and contributes to its development.

One of the major sculptors of the XIX century, who has been successful in magnificent decorative sculpture, is Feodosi Fedorovich Shedrin (1751–1825). At the entrance to the Central Gateway of the Admiralty building, the “Sea Nymphs” group is particularly important because of the beauty and perfection of its images, the elegance of its movements, and the

high level of professionalism. In this composition, the sculptor elevates Russia as a major sea kingdom. In the field of majestic — decorative sculpture B. I. Demut-Malinowski (1779–1846) and S. S. Pimenov (1764–1833) is also a prolific artist.

One of the most famous works of the time is the sculptures of military commanders Kutuzov and Barclay de Tolly in front of the Cathedral of St. Petersburg in Orlovsky (1792–1833).

The work of one of the Russian sculptors Fyodor Petrovich Tolstoy (1763–1873) is closely linked to the development of Russian fashion designer. Although he has worked in all types of fine arts (such as painting, graphics, circular sculpture), his true talent has been manifested in the abstract form of sculpture. A small barrel of 1812 on the theme of the Patriotic War gives the creator his fame.

The period in the Russian sculpture is reflected in the work of realistic artist Peter Karlovich Claude

(1805–1867). Claude is famous for the statue of “The Man Who Stops the Horse” (1833–1850), designed for the Anichkovo Bridge in Petersburg. Another of his most famous works is Russian parable It is a monument to I. Krylov. Despite his lack of consistent, specialized artistic education, Claude is known for being a large animal sculptor in the history of Russian art with his hard work and many natural sculptures.

There are many more such examples. And most importantly, our understanding of this period can be understood through the example of the artists mentioned above. It is not an exaggeration to say that this period, as in European art in comparison with previous centuries, is a period of rapid growth, development and transformation in Russian art. It is appropriate to say that the emergence of such great artists in the Russian art contributed to the further development of art and culture, to discover and acquire a unique place in world art.

References

1. Leonteva G. Karl Bryullov. L.; “Iskusstvo”.
2. Abdullaev.N. History of Art. 2 / 1. First Book. T. 2001.
3. Jabbarov B., Azizova Z. Creation of K. Bryullov. N. 2016.

Ergasheva Dilrom Hamidullaevna*Lecturer**Namangan State University***Ergasheva Nazira Olimjonovna***Teacher of the General Educational Secondary School No. 3 in**Balikchi district*

FEATURES OF THE DIDACTIC GAME AND ITS ROLE IN STUDENT ACTIVITIES

Summary. The article discusses didactic games aimed at facilitating the assimilation of knowledge that students need to learn in the process of learning and developing their mental activity and thinking, speech and development. Playing games in a playful manner makes it easier for children to learn.

Key words: game, teaching, student, learning, thinking

The basis of the use of gaming technologies is the active and accelerated activity of students. The game is one of the main activities, according to scholars' research and study. Psychologists argue that the psychological mechanisms of play activities rely on the fundamental needs of self-expression, self-actualization, self-control, and self-realization.

The game is defined as a type of activity in situations where learning and reproduction of social experiences is shaped and enhanced by the behavior of the individual.

L.S. Vigodsky describes the game as a child's inner world, a means of learning social order. A. N. Leontev views the game as a person's freedom to fantasize about his own unrealistic interests and interests.

Psychologists claim that the ability to enter the game is not age-appropriate, but that the game is unique to each age person. The individual and age characteristics of children should be taken into account during the games. Because it is no secret that school-age students' perceptions change as they move from grade to grade. For students who are just starting out, the use of interactive games can make them uncomfortable. So when designing a game, it's important to adapt it to the classroom and take it seriously.

Organizing games and enjoying children at the game requires a great deal of skill, hard work and artistry from the teacher. In this case, the teacher should be encouraged to play with his own facial expressions, speeches, actions, and know how to encourage each child's achievements in a timely manner. The excitement and success of success results in the comprehensive development of the human personality.

The game focuses on the clear implementation of rules and relationships (e.g. subordination). For the

first time, it is a leader. Children develop their organizational skills and skills.

Competition games can be split into separate game teams. Success in these games is very important to the child. Because of this, it is precisely because of the development and development of motivation for success in these games that the introduction of gaming technology can be effective in boosting children's interest and motivation.

As we said earlier, organizing a game and making the game fun is a complex process, and you need to follow the following three rules to make the game properly:

Choosing the first, educational and pedagogical task and examining its dynamics; The game should help the student to come to an immediate decision and to master the skills to execute his or her plan efficiently. Secondly, to distinguish between the participants of the match and their equal competitors and those of the opponents; Third, it is also important to determine the duration of the match. This is because an overly prolonged game loses its content and quality.

Depending on the way the games are organized, they differ from the other activities. There is another problem with the way the game is organized. For example: pedagogical games, action games, business games, didactic games and more. Pedagogical games are artificially organized. The participants of the game will either evaluate the performance of the role as the role-play players (for example, production masters, teachers, master, parents, educators, supervisors, etc.) or active observers.

An analysis of research in pedagogy shows that pedagogical play enhances a student's cognitive performance. The students are actively involved in the

lesson, the experts make independent and free-form statements, achieve the stated objectives, and the students attend and leave the classroom with knowledge.

Organizing game activities is an active, effective way of teaching and educating the students, not only by the knowledge and skills of the participants in the pedagogical game, but also by the person. some professional and ethical characteristics (preparation, performance, execution, creative activity, motivation, motivation, community). Well-organized exercises allow students to engage in professional activities, arouse interest in the learning process, and unite the group.

It is important to note that pedagogical games require participants to be well-versed in the role playing and role-playing rules.

The didactic games are mainly aimed at facilitating the acquisition of knowledge that students need to master in learning and developing their mental activities and thinking, speech and development. Playing games in a playful manner makes it easier for children to learn. In the form of a game, students learn to live in a team, to be organized, to co-operate, to work together and to be independent. Moral qualities, qualities, rigid adherence to discipline, discipline, aesthetic pleasure are formed.

Didactic games are designed to provide students with an educational background based on age, to facilitate knowledge and information, and to ensure that students are not bored or tedious. Therefore, what is considered to be one of the main activities in teaching and learning is to play and serve as a tool to encourage students to read. Lessons organized through didactic games include familiarizing yourself with the environment, observing them, developing speech and understanding, and increasing mental activity in general. The content of a didactic game consists of four factors:

The function of the game Game action	The rules of the game The end of the match
---	---

1. Each didactic game has a specific didactic task. This is to provide knowledge and information to children. Each didactic game requires children to complete a specific task. To do this, the child activates his or her thinking, recalling previous knowledge and understanding, and activates the movement. It is also worth noting that every didactic game played with students should be of interest to the students, to the particular knowledge, objects and objects. The game loses its value if the task assigned to the students is incompatible with their understanding. When students are not interested, the task is not accomplished and the goal is not achieved.

2. Another important feature of the didactic game is the game's movement. Play activities encourage children to engage themselves. The behavior of the game varies according to the content of the game, sometimes it is related to the competition, and sometimes it is related to the time and the turn. The movement of the game is facilitated by the large number of children playing. The smaller the child, the easier it becomes. In addition, the game will change according to the age and level of education of the children.

3. The didactic game is always subject to the rules of the game. Children participating in the game are given the task at hand by following the rules of the game. The didactic game is linked to the rules of the game and shows how the child behaves and what he should do. The rules of the game are the rules of the game, and the goal is to be followed. Failure to comply with the rules of the game in the performance of this task may result in incorrect results. Also, if you wear two necklaces instead of the first one or if the names are left in the middle, the game will be broken and the rules will be ignored. Similarly, other games must be played in accordance with the rules of the game. Observance of the child's rules of play is not only important for the educational purpose or goal that is given to him but also serves as the basis for his or her educational purpose. Discipline in the education of the child is provided by the rules of the game. Before playing each game, you need to explain to the children the rules and contents of the game and what the outcome is. This is what children do. Adhering children to specific goals for this purpose helps them develop their attention, will and mental activity. As a result, children learn not only what can be done, but what to do. As a result, children often stop behaving arbitrarily in a didactic game. They also learn self-control and self-control. For example: spontaneous words on a blackboard, quickly replacing words with words to create the right word. This is where the sentence is given to be correct. In such a role-playing game, the child does not put the word where he or she wants it, as it has a rule of correctness, meaning and meaning. It is worth noting that the rules of didactic games do not require the same rules at all times and at all games. The emphasis is on the type and content of the game. For example: the puzzle game is different. Here, the boy carves an object himself, says its main characters, and other children find their names based on it. In this context, the rules of the game are different. Following a didactic game rules the child's performance, which helps him to determine what and how to do the game.

References

1. Sayidahmedov N. Yangi pedagogik texnologiyalar. Toshkent: Moliya, 2003. 172 b.
2. Saidov T. Ilg'or pedagogik texnologiyaning mazmun-mohiyatini "Aqliy hujum" usuli bilan o'qitish texnologiyasi. Toshkent, 2003.
3. Saidov T. Ilg'or pedagogik texnologiyaning mazmun-mohiyatini "Aqliy hujum" usuli bilan o'qitish texnologiyasi. Toshkent, 2003.

УДК 37.013.43

Уразимова Тамара Владимировна

PhD in History of Art, доцент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Urazimova Tamara

PhD in History of Art, Docent

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ИСКУССТВА
КАРАКАЛПАКСКОГО НАРОДА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ
И РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ТВОРЧЕСКИХ
СПОСОБНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ**

**PEDAGOGICAL POTENTIAL OF THE USE
DECORATIVE-APPLIED ARTS KARAKALPAK FOLK
IN PROCESS OF THE SHAPING AND DEVELOPMENTS
ARTISTIC-CREATIVE ABILITIES STUDENT**

Аннотация. Статья посвящена современному содержанию и роли образовательного процесса и значению декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа в нем. Так как в современном обществе возросло внимание к проблеме непрерывного художественного образования. Не последнюю роль здесь играет эстетическое воспитание, способствующее активизации развития мировоззрения, интеллектуальных и творческих потенций личности. Поэтому процесс образования необходимо основывать на создании условий для воспитания творческой личности, готовой к диалогу, сотрудничеству и сотворчеству в различных сферах жизни.

Ключевые слова: педагогика, декоративно-прикладное искусство, непрерывное художественно-педагогическое образование, социальная сфера, процесс образования, методология, методы образования, инновационная технология, творчество.

Summary. The article is devoted to the modern content and the role of the educational process and importance decorative-applied arts karakalpak folk. Since attention increased in modern society to problem of the unceasing artistic formation. Not the last role is played here by aesthetic education, contributing to enhance the development of philosophy, intellectual and creative potential of the individual. Therefore, the process of education should be based on creating conditions for education of creative personality, ready for dialogue, collaboration and co-creation in various spheres of life.

Key words: pedagogics, decorative-applied arts, unceasing artistic-pedagogical formation, social sphere, education process, methodology, education methods, innovative technology, creativity.

Постановка проблемы. Модернизация художественного образования. Анализ проблемы познания декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа, и непосредственное его влияние на формирование художественно-творческих способностей студентов в образовательном процессе.

Анализ последних исследований и публикаций. Основой статьи является ряд публикаций, автором которых является Уразимова Т. В.

Формулирование целей статьи. Анализ проблемы использования декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа в процессе формирования

и развития художественно-творческих способностей студентов.

Изложение основного материала. Статью мы считаем правомерным начать с конкретного научного определения понятия «декоративно-прикладное искусство» в «Популярной художественной энциклопедии» данный термин раскрывается следующим образом: «Декоративно-прикладное искусство, раздел декоративного искусства; охватывает ряд отраслей творчества, которые посвящены созданию художественных изделий, предназначенных главным образом для быта. Произведения декоративно-прикладного ис-

кусства могут быть: различная утварь, мебель, ткани, орудия труда, оружие, а также другие изделия ... приобретающие художественное качество благодаря приложению к ним труда художника ...» [1; 212]

Декоративно-прикладное искусство обладает одним из основных аспектов эстетического воспитания, фактором гармонического развития личности. Именно через общение с народным искусством, прививается любовь и понимание к своему краю, народу. На этапе соприкосновения к основным видам декоративно-прикладного искусства непосредственно воспитывается гордость за свой народ, возникает и развивается интерес к истории и культуре народа.

Декоративно-прикладное искусство каракалпаков охватывает широкий круг различных видов искусства: начиная с оформления элементарных бытовых предметов и заканчивая художественно значимыми своей художественной завершенности произведениями искусства. Декоративно-прикладное искусство по своей сути представляет национальные традиции, выражает национальный характер. Предметы декоративно-прикладного искусства являются ценными историческими памятниками, по которым мы можем говорить не только о жизни и быте людей, но и о художественном вкусе, предпочтениях и потребностях времени.

Декоративно-прикладное искусство каракалпаков представляет собой единый комплекс взаимодополняющих друг друга художественных элементов. Многозначительность художественного мышления при простоте и непосредственности выполнения, разнообразие декоративных форм, орнаментальных мотивов и техника их выполнения — все это в сочетании с тонкостью цветовых и композиционных решений покоряет зрителя своей удивительной теплотой. Жилище, предметы быта, одежда, украшения и т. д. представляют собой яркое иллюстрирование культурной национальной особенности каракалпаков. Говоря о декоративно-прикладном искусстве каракалпаков можно отметить такие виды и техники, как ворсовое ковроделие, узорное ткачество, вышивка (в основном одежды), аппликация, ювелирные украшения, изделия из металла, тиснение и вышивка по коже, резьба и инкрустация по дереву, ткани ручной выделки. Почти все виды прикладного искусства служили развитию декора юрты.

Необходимо отметить, что в процессе познания народного искусства, определенных его видов в личности формируются глубокие образные представления, определенный склад мышления, художественное воображение, а через них развивается созидательная активность, формируются эстетические чувства, складывается художественный вкус. Здесь необходимо отметить и тот факт, что на фоне перечисленного, немаловажным являются проявления разнообразных способностей — в первую очередь, несомненно, художественных, а вместе с ними и сложение интеллектуальных. «Составляя органическую часть предметной среды, с которой повседневно соприкасается

человек, произведения декоративно-прикладного искусства своими эстетическими достоинствами, образным строем, характером постоянно воздействуют на душевное состояние человека, его настроение, являются важным источником эмоций, влияющих на его отношение к окружающему миру» [1; 212].

Непрерывным условием вовлечения декоративно-прикладного искусства Каракалпакстана в процесс формирования и развития художественно-творческих способностей современной студентов является в первую очередь система непрерывного образования. Так как одной из основных потребностей современного общества является подготовка высококвалифицированных специалистов в сфере изобразительного и декоративно-прикладного искусств обладающих развитыми художественно-творческими способностями. Непременным требованием можно отметить обладание высокими профессиональными умениями и навыками, широкой эрудицией, способность к творческой профессиональной деятельности. Помимо этого владеющих необходимыми личностными качествами к самоопределению, саморегуляции и саморазвитию.

Развитие художественно-творческих способностей — длительный процесс, который начинается с раннего детства с первой колыбельной матери и продолжается порой всю жизнь, меняясь на различных этапах жизни в зависимости от изменения сферы обитания, сферы деятельности и особенностей художественного вкуса. В этой связи большой упор в системе образования необходимо уделить непрерывному процессу художественного образования, а для этого необходимо отработать преемственность между ступенями системы художественного образования. На сегодняшний день мы стоим в начале пути формирования системы непрерывного художественного образования в Узбекистане (детский сад — школа с углубленным изучением изобразительного и декоративно-прикладного искусства, колледж — вуз) и с уверенностью можно говорить, что определенные изменения здесь уже намечены и можем говорить об определенных результатах.

Однако о значительных результатах говорить еще рано. В педагогической науке недостаточно разработаны научно-педагогические положения подготовки высококвалифицированных специалистов с развитыми художественно-творческими способностями на основе историко-культурных ценностей, с обязательным учетом национальных особенностей народного декоративно-прикладного искусства и самое главное на сегодня это реализация высококачественной художественной продукции столь необходимая сегодня.

Несомненно, параллельно с теоретическими знаниями необходимы и практические навыки, которые в общей совокупности и являются целостным процессом формирования и развития художественно-творческих способностей студентов средствами декоративно-прикладного искусства.

На данных занятиях используются различные средства, формы и методы воздействия на процесс формирования и развития художественно-творческих способностей студентов средствами декоративно-прикладного искусства. Однако необходимо рассматривать данное воздействие не как процесс специальной организации, а как особую форму общения, сотрудничества и самое главное, совместного творчества. Большое внимание нужно обратить и на свободу личности, уделяя больше времени саморазвитию. Следовательно, процесс должен иметь индивидуализированный, личностный характер, обращенный в каждом случае к конкретному субъекту. Немаловажным фактором является и проблема обеспечения конкретного успеха в данном процессе.

В процессе практических занятиях необходимо большее внимание уделять на конкретные упражнения и создание определенных изделий, которые способствуют постоянному творческому поиску и эстетическому развитию субъекта. Здесь необходимо соблюдать следующую последовательность: создание определенного эмоционального отношения интереса к предмету, к его познанию, а затем уже от непосредственных знаний переход к умению и наработке определенных навыков. Здесь немаловажным фактором является внимание к непрерывности самого процесса: от эмоционального отношения субъекта к конкретному объекту внимания (в данном случае определенный вид декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа), освоение и понимание истории, истории сложения определенных видов народного искусства, наработка определенных форм предмета, отношение к цвету, композиции, орнаментальным мотивам и на основе этого формирование умений и навыков практической работы.

При построении процесса ознакомления и работы с конкретными изделиями народного искусства необходимо соблюдать единство методических рекомендаций, на основе которых построена структура творческой деятельности.

Данные разработки определяют новые ориентиры соответствующие требованиям сегодняшнего дня, вырабатывают новые подходы в художественном, эстетическом, патриотическом воспитании студентов и происходит это все на фоне глубокого приобщения к истории народа, декоративно-прикладного искусства, где природная среда выступает в неразрывном единстве, являясь творческим источником влияя на образование художественных образов, специфических мотивов, эмоционального настроения.

Немаловажным фактором в процессе формирования и развития художественно-творческих способностей студентов средствами декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа является обращение к методам этнопедагогики. В данном случае традиции народа рассматриваются в единстве с общекультурными и художественными традициями и как отражение

педагогического опыта. Помимо этого необходимым фактором является включение совместно с этнопедагогическими традициями и этнохудожественные основы многовековой практики. В основе данной совокупности возможно сохранение народной культуры, ее адаптация в современных условиях и самое главное ее передача следующему поколению.

«Решая в совокупности, как и архитектура, практические и художественные задачи, декоративно-прикладное искусство принадлежит одновременно к сферам создания и материальных и духовных ценностей. Произведения декоративно-прикладного искусства неотделимы от материальной культуры современной им эпохи, тесно связаны с отвечающим ей бытовым укладом, с теми или иными его местными этническими и национальными особенностями, социально-групповыми ... различиями» [1; 212].

В процессе формирования и развития художественно-творческих способностей студентов средствами декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа должны быть учтены воспитательные и образовательные функции народного искусства, которые являются фундаментальными пластами народной, художественной культуры. Данный процесс должен включать в себя все аспекты народного воспитания, природу (Человек-Природа-Культура), слово, труд, общение, традиции, обычаи, искусство, религию, и конечно средства народной педагогики — пословицы, загадки, песни и сказки.

Знакомство студентов с миром прекрасного, через процесс его вовлечения в декоративно-прикладное искусство, способствует его гармоническому сложению, как личности, так и содействуют дальнейшему выбору его профессиональной деятельности.

Разрабатывая вопросы процесса формирования и развития художественно-творческих способностей студентов необходимо определить основные задачи:

- основным является процесс приобщения к эстетической культуре и конкретно к декоративно-прикладному искусству на постоянной основе;
- вовлечение в сам процесс художественно-творческой деятельности;
- на основе приобщения к процессу художественно-творческой деятельности формирование и развитие духовных качеств, эстетического вкуса;
- развивая фантазию студентов, содействовать их созданию новых предметов востребованных современностью на основе народных традиций и искусства, выработать привычку вносить элементы прекрасного в окружающую жизнь.

Для решения намеченных задач, необходимо наметить направления в работе:

- первое, расширенное знакомство с декоративно-прикладным искусством каракалпакского народа на постоянной основе;
- второе, знакомство с символикой народного искусства (это касается форм предмета, его цветового и композиционного решения и т.д.);

- третье, проведение глубокого исторического, этнографического и искусствоведческого анализа декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа [2, с. 101–103].

Декоративно-прикладное искусство глубоко воздействует на процесс формирования и развития художественно-творческих способностей студентов, обладая нравственной, эстетической, познавательной и воспитательной ценностью, воплощая в себе исторический опыт многих поколений каракалпакского народа и, следовательно, рассматривается как часть материальной культуры. Обладая спецификой образно-эмоционального отражения мира, народное искусство через определенные формы, цвета и композицию оказывает сильное влияние на формирование личности. Помимо этого через приобщение к миру прекрасного, эстетического и художественного развития субъекта, декоративно-прикладное искусство пробуждает в личности определенные представления о Родине, тем самым воспитывая патриотическое отношение и чувства [3; 5–7].

Процесс формирования и развития художественно-творческих способностей студентов средствами декоративно-прикладного искусства во многом осуществляется следующим образом:

- включение традиций национальной художественной культуры и народной педагогики в систему общеобразовательных занятий;
- организация на постоянной основе экскурсий по истории, этнографии, декоративно-прикладному искусству в Государственный музей истории и культуры Каракалпакстана, Каракалпакский государственный музей искусств, музей им. Бердаха и другие;
- проведение экскурсий в музеях проходит в свободное время. Для того чтобы молодежь была заинтересована в поход в различные музеи необходимо периодически организовывать данные мероприятия, именно наработка подобных полезных навыков выработает в субъекте интерес, а в дальнейшем и понимание искусств. Тем более если экскурсия проводится с экскурсоводом, который специализируется на изучении конкретных видов народного искусства. Экскурсия в данном случае призвана через зрительный ряд вызвать эмоциональный отклик у студентов;
- посещение мастерских ремесленников и предприятий, занимающихся художественным промыслом;
- проведение серии занятий в нетрадиционной форме с включением элементов народной педагогики по спецкурсу «Народные традиционные декоративно-прикладные виды искусства Каракалпакстана» как универсальное средство для дополнения педагогических и методических умений для воспитателей, учителей и преподавателей;
- систематическая организация исследовательской работы и ее пропаганда в целях сохранения и развития традиционной культуры Каракалпакстана;

- проведение этнографических и искусствоведческих экспедиций в районы республики [4, с. 94–95].

Данные мероприятия будут способствовать заинтересованности студентов народными традициями, ее влияния на семью, и, следовательно, происходит налаживание связи между собственными предпочтениями в искусстве и занятиями своих предков. Как результат воспитательное значение заинтересованность изучения народных видов декоративно-прикладного искусства, и на основе этого формирования определенных эстетических познаний и развития художественного вкуса.

В данном случае правильное понимание поведения, эстетических предпочтения, а также особенность творческой мыслительной деятельности студентов в данном процессе позволит создать целостную картину возможной системы организации воспитательной и образовательной деятельности.

Развитию художественно-творческих способностей студентов препятствуют во многом и отрыв от исторически сложившихся обычаев, традиций, художественных ценностей и приобщение к временным стилизованным формам современных шаблонных традиций выдаваемых за многовековые народные традиции.

Однако потребностью современного человека обладающего развитым художественным вкусом является наличие в окружающем его быте «особенных», «неповторимых» рукотворных вещей. Это связано с тем, что данные предметы утилитарного назначения и самое главное обладающие высокохудожественным художественным свойствами являются знаковой величиной, психологически воспринимаемые человеком как стабилизирующий, постоянный фактор неизменного в быстро меняющемся мире.

Выводы. Несомненно, следующее, в декоративно-прикладном искусстве каракалпакского народа, происходят изменения, несмотря на некоторые моменты стилизации и утраты национальных особенностей. Имея долгую историю, данный вид искусства имеет колоссальные возможности для развития, и поэтому дальнейшие исследования автора предполагают рассмотрение синтеза изобразительных и декоративно-прикладных видов искусства.

Проведенный анализ проблемы особенностей формирования и развития художественно-творческих способностей студентов средствами декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа, позволил определить роль и значение декоративно-прикладного искусства каракалпакского народа в данном процессе, выявить основные тенденции и направления дальнейшего развития видов народного декоративно-прикладного искусства с учетом изменений происходящих сегодня, а также предположить некоторые перспективы развития данного вопроса.

Литература

1. Популярная художественная энциклопедия: Архитектура. Живопись. Скульптура. Графика. Декоративное искусство / Гл. ред. В. М. Полевой; Ред. кол.: В. Ф. Маркузон, Д. В. Сарабянов, В. Д. Синюков. М.: «Сов. Энциклопедия» Кн. 1. М., 1986. 447 с.
2. Уразимова Т. В. Значение роли искусства в современном понимании содержания образования / Т. В. Уразимова // Наука и общество. Научно-методический журнал НГПИ им. Ажинияза Нукус, 2017. № 3. С. 101–103
3. Уразимова Т. В. Художественные особенности каракалпакского орнаментального искусства. Заарбрюккен. Германия, 2016. 85 с. 36 илл.
4. Уразимова Т. В. Инновации в образовании: проблемы внедрения / Т. В. Уразимова // Наука и общество. Научно-методический журнал НГПИ им. Ажинияза Нукус, 2018. № 1. С. 94–95.

UDC 316.6

Mirzabdullaeva Dilkhumor Erkinovna

Doctoral Student

Namangan State University

Aliyeva Zulhumor Jabbor qizi

Student of the

Namangan State University

ПСИХОЛОГІЧНІ НАУКИ

THE PROBLEM OF CONFLICTS IN ADOLESCENT PSYCHOLOGY WITH TEACHERS AND PARENTS

Summary. The article highlights the conflicts in the school that occur both through the fault of teenagers and teachers. In most cases, teenagers and teachers give different reasons for the conflict, and everyone is sure that they are right. The “ideal” teacher should be able to present material and maintain discipline in the classroom, be objective and be able to extinguish conflicts at the stage of their origin.

Key words: teenager, teacher, conflict, parents, age.

All boys and girls face the peculiarities of adolescence (for girls this period begins 1–2 years earlier). Depending on individual characteristics and upbringing, the transitional age can proceed relatively smoothly or be accompanied by numerous conflicts. The crisis of adolescence — the difficulties and conflicts that arise in the process of becoming a teenager and the struggle for independence. A crisis occurs when a child is infringed in a family or team, and he has to regain his independence, fight for status in a group.

The crisis of “difficult age” can be avoided if you and your child can negotiate and compromise. It is advisable to build a trusting relationship with the child, to nurture responsibility for his actions in him, to teach adult behaviors before adolescence. But if you want both sides, contact can be made at any age. For this, parents need to show respect for the grown-up child, be prepared to make concessions, but firmly uphold the boundaries that it is forbidden to cross.

Raising a teenager is not an easy task. Parenting methods that have worked well for the child are now losing their effectiveness. Excessive severity provokes conflict and estrangement; a teenager stops sharing his feelings with parents. The connivance, indulgence in the desire of a teenager and lack of control also entail problems (absenteeism at school, antisocial companies, alcohol and drug use).

The best option is to communicate with the teenager kindly and calmly, as with an adult. The task of parents is to love and support the child in this difficult period for him. At the same time, you should be ready to show patience and firmness in order to categorically say “no” where it is required. Moderate severity gives the teenager a sense of security.

The main causes of conflict between adolescents and parents. The struggle for freedom. The teenager feels himself an adult, sees the changes taking place with his body, adopts the behavior models of older acquaintances. He believes that growing up gives him the right to do what his parents previously forbade. He can start smoking, consume alcohol and return when he sees fit. The reaction of parents — fears for the child, an attempt to protect from danger and defend their status. As a result — screams, prohibitions, punishments.

A constructive solution to this conflict is to provide the teenager with that freedom and those rights for which he is ready: to let go if he comes in time, to allow friends to be brought in without his parents, if there is order after their departure. It is important to calmly and firmly explain to the child that he may lose this right if he violates the agreement.

Attention! Before you give freedom, you must be sure that the child has learned the prohibitions (do not go to a construction site, do not take strangers, do not go with strangers, do not take drugs, etc.) Only in this case, freedom will be safe for him.

Disobedience, rudeness and rudeness towards parents. Teenagers deliberately try to devalue the authority of their parents by showing disobedience. Rudeness can have several explanations. First, the teenager understands that it is time to separate, and it is emotionally easier for him to keep his distance with the person with whom he has a strained relationship. Second, parents adhere to a strict upbringing style, provide the child with little freedom, humiliate him, not believing in his strength and talents. In this case, aggression is a natural attempt to protect one's self-esteem, which at this age is very vulnerable and

important for him. Explain to your child that rudeness and rudeness towards you are unacceptable. You can negotiate with your parents if you show respect.

Permissiveness, lack of attention from parents. It is important for a teenager to know that he is loved and, if necessary, he is provided with comprehensive support from his parents. Also, for psychological comfort, it is important for him to know where the boundary between “can” and “impossible” is. Impunity leads to disobedience and violation of norms becoming habitual behavior. In adolescents with an unstable psyche amid stress and troubles, a lack of parental attention can provoke an attempt at suicide.

The requirement to purchase something. “Like others” things allow a teenager to join a group and become his own. In a teenage environment, clothing and gadgets are a sign of status or subculture. For many adolescents, their presence determines membership in the caste. It is useless for parents to convince their children that external attributes do not play a big role. Understanding this comes with experience. Tell the child that you understand his desires, but so far there is no way to fulfill them. As a compromise, you can offer to start saving a certain amount for the purchase.

Communication with “problem” friends. Significant and authoritative people for a teenager do not always deserve the approval of their parents. You can tell your son or daughter about your attitude to this person, if you have strong evidence. This does not mean that the child will heed your words, but he will know about the shortcomings of his idol. An alternative is to try to change the social circle of the camp, sports sections, studios, master classes. Create conditions for the teenager to make new friends. The more communication experience he has, the faster he will learn to understand people.

Decrease in academic performance. Middle and high school are in a difficult period, not everyone can master the program perfectly. It is also necessary to take into account age-related features (hormonal surges, impaired blood circulation in the brain, neurotic behavior). Adolescents of both sexes suffer from decreased attention, creativity and memory impairment. In adolescent boys, relationships with teachers are exacerbated by disobedience bordering on challenge. You can improve academic performance by motivating a child to enter a university of his choice. If motivation is not enough, then classes with a tutor can help.

Inaccuracy and refusal to do housework. The attention of adolescents is focused on communication with peers and a comprehensive assessment of themselves. Maintaining order is of little interest to them; this is

a common problem. You can solve it by agreeing with the teenager and regularly reminding him of the order. Over time, maintaining cleanliness will become a habit.

A cardinal change in appearance. A change of image is not always approved by parents. For teens, piercing, changing hairstyles and clothing styles is a way of self-expression, self-affirmation, an attempt to impress others and please oneself. Treat the child's aspirations with understanding, do not be categorical.

The causes of conflicts between teenagers and teachers are:

Lack of respect for the teacher. The teenager considers the presentation of the material boring, and the teacher is not an authority for him. This can happen due to the low qualification of the teacher or the high training of the student. If a teenager demonstrates his position in a lesson, in front of other students, then this will inevitably lead to conflict.

Discipline at school. A teenager behaves improperly in a lesson or at a break, this may be an attempt to strengthen his status among peers by confronting with a teacher. It spoils school property, skips classes, behaves aggressively towards other students — this can be an expression of internal conflicts.

Poor homework, failure to work in the lesson.

The teacher's attempt to resolve the conflict between students when the teacher takes the position of one of the parties.

Unfair teacher attitude. Biased assessment of knowledge and rudeness on the part of the teacher insult the adolescent.

The student's inappropriate appearance. Ignoring the requirements for appearance, school uniforms, bright makeup — these are ways of expression that are considered unacceptable in most schools.

In practice, conflicts at school occur both through the fault of teenagers and teachers. In most cases, adolescents and teachers name different causes of the conflict and everyone is confident that they are right. For example, the teacher is outraged that the student broke the lesson, and the teenager believes that he was explaining and showing rudeness poorly and uninterestingly.

An “ideal” teacher must be able to present material and keep discipline in the classroom, be objective, and be able to extinguish conflicts at the stage of their inception. However, in practice, not many succeed. If the school conflict has dragged on, talk to the teacher. Do not conflict, but try to calmly find out his position. Remember that with your behavior you show your child a model for constructive conflict resolution.

References

1. Abramova G. S. Age Psychology: A Study Guide for Stud. universities. M. 1999.
2. Averin V. A. Psychology of children and adolescents. S-P. 1994.
3. Bozhovich L. I. Problems of personality formation. M. 1995.
4. Bossart A. B. Paradoxes of age or upbringing. M.: Education, 1991.

UDC 621.036.7

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Science, Professor,
Head of Department, Honored Worker of Scientist of Ukraine,
Corresponding Member of the National Academy of Science of Ukraine
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Science of Ukraine*

Stepanova Alla

*PhD, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Science of Ukraine*

Navrodskaia Raisa

*PhD, Senior Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Science of Ukraine*

Novakovskiy Maksim

*PhD, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Science of Ukraine*

TARGET FUNCTIONS OF OPTIMIZATION OF HEAT RECOVERY SYSTEMS

Summary. The expenditure of energy resources on industrial production in Ukraine, as a rule, significantly exceeds the world average, therefore, the creation of effective equipment for power plants of different types is an important and urgent problem. A necessary condition for increasing the efficiency of equipment is thermodynamic optimization. Its main problems include the selection of optimization target functions that can be used to solve optimization problems.

The aim of the work is to develop the basic principles for constructing optimization target functions necessary for solving optimization problems in heat recovery systems.

The results of the analysis of the target functions of optimization of power plants, the construction of which is based on the use of exergy methods, are presented. Based on the analysis, the main principles for constructing the indicated functions necessary for solving optimization problems in heat recovery systems have been developed. An integrated approach to the construction of target functions is proposed. This approach allows to evaluate its performance from various positions when analyzing the efficiency of heat recovery equipment. As optimization target functions, criteria that are highly sensitive to changes in the design and operation modes of the heat recovery system and allow you to establish the necessary functional dependencies are proposed. An example of the application of the optimization target functions the parameters of a contact plate air heater included in the combined heat recovery system of a boiler plant designed to heat water and blast air is given.

Key words: objective function, optimization, heat recovery.

Relevance. The problem of saving fuel and energy resources affects more and more manufacturing enterprises in Ukraine. The expenditure of energy resources for industrial production in the country, as a rule, significantly exceeds the world average, therefore, the creation of effective equipment for power plants of various types is an important and urgent problem. A necessary condition for increasing the efficiency of

equipment at the stage of developing technical solutions is thermodynamic optimization. Among its main problems is the selection of optimization target functions that can be used to solve optimization problems.

Analysis of recent research and publications. In recent years, in world practice, efficiency analysis and optimization of various power plants are increasingly carried out using exergy analysis methods [1–8]. Thus,

in [Valencia G., 2019], for the various heat recovery schemes of engines using natural gas based on the organic Rankine cycle, the results of energy and exergy analysis are presented. A thermodynamic model for evaluating the characteristics of each circuit is proposed, and the optimal heat recovery scheme and its optimal operational characteristics are found. The work [Fontalvo A., 2017] is devoted to exergy analysis and thermodynamic optimization of low-quality heat sources for generating electricity, which can be converted into mechanical energy and electricity using small-scale organic Rankine cycles. In the work [Sahin A., 2014], it was noted that using the methods of exergy analysis it is advisable to determine those stages of the technological process for which optimization is possible.

In the majority of the works under consideration, exergy efficiency and exergy losses are used as objective optimization functions. Using only the exergy approach to the analysis of the efficiency and optimization of power plants often does not reflect some important points of the processes under study. Therefore, the works [Fialko N., 2016], [Fialko N., 2017], [Fialko N., 2018], [Fialko N., 2019] are devoted to the application of the exergy approach to the creation of complex methods combining exergy analysis methods with other modern research methods. Further work in the direction of improving the processes of optimization of power plants, in particular, heat recovery systems will significantly increase their efficiency.

The purpose of the work and research problems. The aim of the work is to develop the basic principles for constructing optimization target functions necessary for solving optimization problems in heat recovery systems.

To achieve this aim it is necessary to solve the following tasks:

- to analyze the various target optimization functions for power plants;
- to develop the basic principles for constructing optimization target functions that can be used in solving optimization problems for heat recovery systems;
- in accordance with the basic principles, to propose an approach to the construction of target optimization functions, which allows, when analyzing the efficiency of heat recovery equipment, to evaluate the operation of the system simultaneously from several positions;
- to propose criteria as optimization functions that are highly sensitive to changes in the design and in operation modes of the heat recovery system and allow establishing the functional dependences necessary for optimization.

Materials and research methods. Integrated approaches based on methods of exergy analysis were used to develop the basic principles for constructing target functions for optimizing heat recovery systems.

Research results and discussion. Modern heat recovery systems are, as a rule, part of complex power

plants in which various types of energy are used. For the quantitative reflection of the interactions occurring in such facilities, a mathematical model is needed, which should:

- to reflect the physical characteristics of the conversion of various types of energy in a power plant under various modes of its operation;
- to provide the opportunity to obtain a formalized procedure for modeling, analysis and solving problems of energy conservation;
- to provide verification of the presence or absence of emergent properties of the installation and display its interconnectivity;
- to provide the ability to solve optimization problems both for the entire installation, and for its individual elements.

To obtain the indicated mathematical model as applied to heat recovery systems, the use of the concept of an exergy analysis method can be considered thermodynamically justified. In accordance with this concept, a full analysis of complex real processes in heat recovery systems should include:

- material balance, allowing to determine the amount of working fluid involved in each individual process;
- heat balance, with the help of which the amount of heat removed or supplied in each process is determined;
- exergy balance, which allows to determine the effectiveness of each process from the point of view of obtaining the most useful work, as well as the loss of performance in each process caused by one or another real irreversibility of the processes;
- search for optimization target functions using the results of solving the system of balance equations.

Currently, when evaluating the performance of power plants, including heat exchange equipment, as a rule, one approach is used: thermodynamic, heat engineering, technological, exergy, economic. In the exergy approach, various variants of the exergy coefficient of efficiency are most often used as optimization target functions. It includes either total exergy flows at the input and output of the system, or useful and expended exergy, or exergy that does not undergo qualitative transformations in the system, and so on. The exergy coefficient of efficiency, determined using one of these methods, often does not reflect some important points of the studied processes. For example, it does not take into account the purpose of the process, the ambiguity in the interpretation of beneficial effects and expenditure. With its help, it is impossible to localize exergy losses and determine the causes that caused them. Therefore, it is advisable to use integrated approaches in assessing the performance of power plants. Such an approach is the exergoeconomic approach, when applying it, the combination of price indicators of exergy and total cost indicators of capital investments are usually chosen as the objective optimization functions. However, the exergoeconomic approach does not take

into account information about the heat engineering and technological properties of the system.

To construct optimization target functions necessary for solving optimization problems in heat recovery systems, the following principles have been developed that combine the basic requirements for these functions:

- using the optimization target functions, it is necessary to evaluate the operation of the heat recovery system simultaneously from several positions;
- target optimization functions should be highly sensitive to changes in the design and operation modes of the heat recovery system;
- these functions should provide the ability to obtain the necessary functional dependencies on the structural and operational parameters of the system;
- the target optimization functions should serve to verify the emergent properties and interactivity of the heat recovery system.

Evaluation of the operation of heat recovery systems with thermodynamic, heat engineering and technological positions is possible using an integrated approach to the construction of target optimization functions. Such an approach involves the inclusion in the target functions of optimizing the main characteristics of the system, in particular, exergy characteristics that are highly sensitive to changes in operating and design parameters. Based on the above principles of construction, exergy criteria are proposed as target optimization functions for heat recovery systems of boiler units and glass melting furnaces, as well as their individual elements, which include exergetic losses E , heat power Q and specific material consumption. Using these criteria, it is possible to evaluate the operation of the heat recovery system from various perspectives, to establish the necessary functional dependences on the parameters of the system, for example, based on statistical methods of the theory of experimental design, and determine their optimal values. The use of optimization algorithms for the theory of experimental design, as well as taking into account the characteristics of power plants and a specific heat recovery scheme, allows, based on the values of the optimal parameters, to find the optimal areas for changing the parameters.

An example of applying the optimization target function to optimize the parameters of a contact plate air heater is given. The air heater is included in the combined heat recovery system of the boiler plant, designed to heat water and blast air. As an target optimization function, a heat-exergy efficiency criterion was used $\varepsilon = E/Q$. Using the experimental design methods, functional dependences of ε were obtained on the width of the heater plate a and the height b for a fixed optimal distance between the plates $s = 5,5$ mm for various values of the ambient temperature t_0 . The minimum of the received functions corresponds t_0 the maximum efficiency of the air heater. The resulting dependencies are as follows:

$$t_0 = -5^\circ\text{C} \\ \varepsilon = 0,89 - 4,07 \cdot 10^{-4} a + 1,07 \cdot 10^{-7} a^2 - 3,98 \cdot 10^{-4} b + 1,38 \cdot 10^{-7} b^2 + 2,32 \cdot 10^{-8} a b,$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C} \\ \varepsilon = 0,58 - 3,54 \cdot 10^{-4} a + 1,19 \cdot 10^{-7} a^2 - 1,75 \cdot 10^{-5} b + 3,77 \cdot 10^{-9} b^2 + 2,43 \cdot 10^{-9} a b,$$

$$t_0 = 5^\circ\text{C} \\ \varepsilon = 0,42 - 2,49 \cdot 10^{-4} a + 8,54 \cdot 10^{-8} a^2 - 7,90 \cdot 10^{-6} b + 3,61 \cdot 10^{-10} b^2 + 8,84 \cdot 10^{-10} a b.$$

Using one of the optimization algorithms of the theory of experimental design, namely, the method of canonical transformations, allows you to get a visual representation of the geometric interpretation of the surface of functions in the minimum. The equations are representable in canonical form:

$$t_0 = -5^\circ\text{C} \\ \varepsilon - 2,73 \cdot 10^{-1} = 1,42 \cdot 10^{-7} a^2 + 1,04 \cdot 10^{-7} b^2,$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C} \\ \varepsilon - 3,03 \cdot 10^{-1} = 1,19 \cdot 10^{-7} a^2 + 3,79 \cdot 10^{-9} b^2,$$

$$t_0 = 5^\circ\text{C} \\ \varepsilon - 2,12 \cdot 10^{-1} = 8,54 \cdot 10^{-8} a^2 + 3,37 \cdot 10^{-10} b^2.$$

The interpretation of the response surface in the region of the minimum in all cases is an ellipsoid depression, and the contour curves in the region of the minimum for various values of the response function are ellipses. The coordinates of the centers of the contour curves are the optimal values of the parameters a and b . The values of these coordinates and the corresponding values of the heat-exergy criterion are as follows: at $t_0 = -5^\circ\text{C}$ – $a = 1770$ mm, $b = 1290$ mm, $\varepsilon = 0.270$; at $t_0 = 0^\circ\text{C}$ – $a = 1460$ mm, $b = 1850$ mm, $\varepsilon = 0.303$; at $t_0 = 5^\circ\text{C}$ – $a = 1410$ mm, $b = 2000$ mm, $\varepsilon = 0.330$. In fig. 1 shows a graph of the dependence and the corresponding contour curves for the air heater under study at ambient temperatures $t_0 = 5^\circ\text{C}$.

The distance between the contour curves of the response surface within the specified change in the response function and the distance of the curves from the center for parameter b is significantly greater than parameter a . A slight change in the function of the hail with a change in the corresponding parameter allows us to expand the interval of its change during the design of the heat-exchange surface. Whereas a significant change in the function of the hail with a sufficiently small change in the parameter makes it necessary to adhere to the exact values of the optimal parameters when designing. This means that the permissible optimal intervals for changing the parameter b can be extended. For the presented case, the optimal intervals for changing the parameters are:

$$1300 \text{ mm} \leq a \leq 1500 \text{ mm}; 1500 \text{ mm} \leq b \leq 2000 \text{ mm}; \\ 5 \text{ mm} \leq s \leq 6 \text{ mm}.$$

The scientific novelty of the results. For the first time, using an integrated approach based on exergy analysis methods and exergy criteria, the basic principles for constructing optimization functions necessary for solving optimization problems in heat recovery systems have been developed.

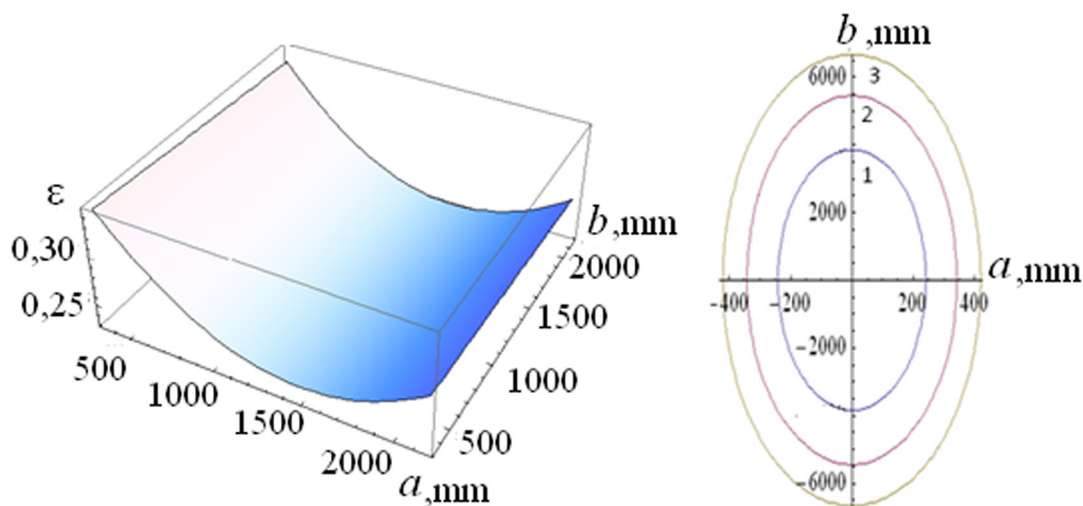


Fig. 1. The dependence of the heat-exergy criterion of ε on the width of the plate a and height b at $s = 5,5$ mm for $t_0 = 5^\circ\text{C}$; and contour curves in the optimum region: 1 – $\varepsilon = 0,335$, 2 – $0,340$, 3 – $0,345$

Practical value. As target optimization functions for heat recovery systems of boiler units and glass melting furnaces, as well as their individual elements, exergy criteria have been proposed, with the help of which the optimal areas of variation of operating and structural parameters are determined.

Conclusions

1. The analysis of the target functions of optimization of power plants, the construction of which is based on the use of exergy methods.

2. On the basis of the analysis, the basic principles of constructing target optimization functions necessary for solving optimization problems in heat recovery systems have been developed.

3. A comprehensive approach to the construction of target optimization functions is proposed, which

allows, when analyzing the efficiency of heat recovery equipment, to evaluate the operation of the system from various positions.

4. As target optimization functions, criteria are proposed that are highly sensitive to changes in the design and operation modes of the heat recovery system and allow you to establish the necessary functional dependences on the system parameters to find their optimal values.

5. An example of applying the optimization target function to optimize the parameters of a contact plate air heater is given. The air heater is included in the combined heat recovery system of the boiler plant, designed to heat water and blast air.

References

1. Valencia G., Fontalvo A., Cárdenas Y., Duarte J., Isaza C. Energy and Exergy Analysis of Different Exhaust Waste Heat Recovery Systems for Natural Gas Engine Based on ORC. *Energies*. 2019. 12. P. 2378.
2. Fontalvo A., Solano J., Pedraza C., Bula A., Quiroga A., Padilla R. Energy, Exergy and Economic Evaluation Comparison of Small-Scale Single and Dual Pressure Organic Rankine Cycles Integrated with Low-Grade Heat Sources. *Entropy*. 2017. 19. 476 p.
3. Sahin A. Z. Importance of Exergy Analysis in Industrial Processes. Published on 05/21/2014. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228988818>.
4. Fialko N., Stepanova A., Navrodska R., Meranova N., Sherenkovskii J. Efficiency of the air heater in a heat recovery system at different thermophysical parameters and operational modes of the boiler. *East European Journal of Advanced Technology*. 2018.6 / 8 (96). P. 43–48.
5. Fialko N., Stepanova A., Navrodska R. et al. Analysis of the efficiency of a boiler plant with a combined heat recovery system under various modes of operation of the boiler. *Industrial heat engineering*. 2017. Vol. 39. No. 1. P. 33–39.
6. Fialko N., Stepanova A., Navrodska R., Sherenkovsky Yu., Sarioglo A. G. Utilization of the heat of exhaust gases from glass melting furnaces using membrane pipes. Kiev: Publishing house "Sofia". 2016. 214 p.
7. Fialko N., Navrodska R., Shevchuk S., Stepanova A., Gnedash G., Presich G. Thermal methods for protecting the gas exhaust ducts of boiler plants. Kiev: Printing house "About format". 2018. 2448 p.
8. Fialko N., Navrodska R., Presich G., Gnedash G., Shevchuk S., Stepanova A. Combined heat and utilization systems for gas boiler boilers in communal heat energy. Kiev: Printing house "Pro format". 2019. 192 p.

УДК 622.276.53:621.671(047)

Грудз Ярослав Володимирович

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Grudz Yaroslav

*доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

Grudz Yaroslav

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Gas and Oil Pipelines
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

Бевз Володимир Володимирович

*аспірант
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*

Бевз Владимир Владимирович

*аспирант
Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа*

Bevz Vladimir

*Graduate Student of the
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-3-5657

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ВИДОБУВАННЯ НАФТИ НА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

RESEARCH OF EXPLOITATION PARAMETERS OF INSTALLATION OF OIL PRODUCTION ON MATHEMATICAL MODELS

Анотація. Розглядається динаміка руху штангової системи і плунжера установки свердловинного обладнання для видобутку нафти під дією сил, що діють на елементи конструкції в процесі її експлуатації. В результаті побудовано математичні моделі процесу на різних фазах і приводяться результати їх реалізації числовими методами. Проведений аналіз динаміки робочого процесу дозволив оцінити характер руху колони при різних варіантах величини сил, що діють на систему, що має важливе значення при експлуатації обладнання.

Ключові слова: свердловинне обладнання для видобутку нафти, математична модель, динаміка, характер руху.

Аннотация. Рассматривается динамика движения штанговой системы и плунжера установки скважинного оборудования для добычи нефти под действием сил, действующих на элементы конструкции в процессе ее эксплуатации. В результате построены математические модели процесса на разных фазах и приводятся результаты их реализации.

численними методами. Проведений аналіз динаміки робочого процесу дозволив оцінити характер руху колонни при різних варіантах величини сил, дійсуючих на систему, має важке значення при експлуатації обладнання.

Ключевые слова: скважинное оборудование для добычи нефти, математическая модель, динамика, характер движения.

Summary. The dynamics of motion of the boom system and the plunger of the installation of downhole equipment for oil production under the influence of forces acting on the elements of the structure during its operation are considered. As a result, mathematical models of the process in different phases are constructed and the results of their implementation are presented by numerical methods. The analysis of the dynamics of the workflow made it possible to evaluate the nature of the movement of the column under different variants of the magnitude of forces acting on the system, is important in the operation of the equipment.

Key words: downhole equipment for oil production, mathematical model, dynamics, nature of motion.

Аналіз багатьох конструкцій приводів ШНСУ показує, що основною тенденцією їх розвитку є збільшення довжини ходу точки підвіски штанг. Крім цього йде пошук кінематичних схем і конструкцій зрівноважуючи пристроїв, які б дозволили зменшити габарити приводу, зберегти зусилля, які діють на фундамент, підвищити надійність приводу.

Удосконалення установок супроводжується збільшенням числа конструкцій, в яких використовується об'ємний гідропривід, що збільшує його енергоємність і простотою перетворення кругового руху високооборотного двигуна в повільний зворотно-поступовий рух точки підвісу штанг.

Гідравлічний привід, який має високий ККД, дозволяє достатньо просто регулювати окремі параметри циклу подвійного ходу штанг, тобто змінювати прискорення точки підвісу штанг незалежно від числа подвійних ходів, регулювати швидкості ходу штанг вгору і вниз у залежності від властивостей пластової рідини. Однак, вибір раціонального режиму експлуатації системи вимагає чіткого прогнозування технологічних параметрів, що можливо виконати тільки на математичних моделях, в основі яких лежить рівняння руху точки підвісу штанг.

При отриманні диференціальних рівнянь руху точки підвісу штанг приймаємо такі спрощення:

- 1) рідину в гідросистемі вважаємо нестискуваною;
- 2) тиск, створюваний гідронасосом — величина стала.

Якщо будуть використовуватися ще й інші спрощення, то про це йтиме мова додатково.

Диференціальне рівняння руху точки підвісу штанг у спрощеному вигляді має такий вигляд:

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} = F_{p(36)} - F_{0(36)}, \quad (1)$$

де m_{36} — зведена маса всіх рухомих твердих тіл, пластової рідини і рідини гідроприводу при зведенні до точки підвісу штанг;

$F_{p(36)}$ — зведена рушійна сила при зведенні до точки підвісу штанг;

$F_{0(36)}$ — зведена сила опору при зведенні до точки підвісу штанг.

Якщо зведена маса m_{36} буде функцією величини переміщення точки підвісу штанг s , то рівняння (1) у такому разі повинно бути [1]

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 \frac{dm_{36}}{ds} = F_{p(36)} - F_{0(36)}. \quad (2)$$

Проте рівняння (1) і (2) являють собою спрощені математичні моделі, які описують динаміку гідравлічного привода. Ці моделі відповідають сталості робочого тиску в циліндрах гідросистеми, сил тертя, корисних навантажень і опору гідро ліній системи. Але, як вказується в роботах [2; 3; 4], ці величини в процесі руху робочого органу гідроприводу суттєво змінюються, що вимагає врахування цих змін при розрахунку гідросистеми.

Перша фаза. Ця фаза руху точки підвісу штанг була вище розбита на дві півфази. Перша півфаза охоплює проміжок часу від початку руху точки підвісу штанг вгору до початку руху плунжера насоса.

Виведемо диференціальне рівняння руху точки підвісу штанг на першій півфазі. Для цього зведемо маси і сили до цієї точки.

Зведена маса на цій півфазі повинна визначатися за формулою

$$m_{36} = \frac{1}{3} m_w + m_T + 2A_r \rho_r + m_{rc}^{(1)} \left(\frac{v_{r1}}{v} \right)^2 + m_{rc}^{(2)} \left(\frac{v_{r2}}{v} \right)^2, \quad (3)$$

де m_w — маса штангової колонни довжиною l ;
 m_T — маса траверси разом зі штоками і поршнями; A_r — площа поперечного перерізу циліндрів штангових колон; s — віддалення точки підвісу штанг від її нижнього положення; ρ_r — густина робочої рідини гідравлічної системи; $m_{rc}^{(1)}$ — маса рідини у нагнітальній гідравлічній лінії між насосом і місцем розгалуження труб нагнітальної лінії до поршнів в циліндрах штангових колон; v_{r1} , v_{r2} , v — швидкості руху відповідно рідини в нагнітальній лінії до місця розгалуження, після місця розгалуження труб і точки підвісу штанг. Швидкість точки підвісу штанг дорівнює швидкості руху поршнів в гідравлічних колонах, тобто $v = v_n$. Визначимо зведену масу колонни штанг на першій півфазі. Приймаємо, як і в роботах [1; 2], що швидкість перерізів штанг на цій півфазі руху точки підвісу

штанг змінюється за лінійним законом. Зведена маса колони штанг при зведенні до точки їх підвісу визначається із такого рівняння:

$$m_{36}^{(u)} \frac{v^2}{2} = \int_0^l \frac{V_x^2 dm}{2}, \quad dm = \rho_{ш} A_{ш} dx, \quad V_x = \frac{V_x}{l},$$

де $\rho_{ш}$, $A_{ш}$ — густина матеріалу штанг і площа їх поперечного перерізу.

Підставляючи вирази для dm і V_x , отримаємо

$$m_{36}^{(u)} = \frac{m_{ш}}{3}.$$

Встановимо залежності V_{r1}/V , V_{r2}/V . Позначимо витрату рідини у нагнітальній лінії до місця розгалуження труб через Q_1 . В місці розгалуження маємо дві вітки нагнітальної лінії, по яких робоча рідина подається в циліндри гідравлічних колон. Витрату рідини через кожну із цих двох віток позначимо Q_2 . Очевидно, що $Q_2 = Q_1 / 2$. Величини Q_1 і Q_2 можна записати так

$$Q_1 = A_{rc} \cdot V_{r1}, \quad Q_2 = A_{rc} \cdot V_{r2}.$$

Оскільки $Q_2 = Q_1 / 2$, то $V_{r2} = V_{r1} / 2$ (діаметри труб нагнітальної лінії до і після розгалуження однакові). Крім того, можна записати

$$Q_2 = A_r \cdot V_{II},$$

тому

$$\frac{V_{r2}}{V_{II}} = \frac{A_r}{A_{rc}}, \quad \frac{V_{r1}}{V_{II}} = \frac{2A_r}{A_{rc}}.$$

Підставляємо ці результати у (3)

$$m_{36} = m_{ш} / 3 + m_T + 2A_r \rho_r s + m_{rc}^{(1)} \left(\frac{2A_r}{A_{rc}} \right)^2 + m_{rc}^{(2)} \left(\frac{A_r}{A_{rc}} \right)^2. \quad (4)$$

Оскільки зведена маса є функцією від віддалення точки підвісу штанг, то необхідно приймати до уваги диференціальне рівняння (4). У нашому випадку

$$\frac{dm_{36}}{ds} = 2A_r \rho_r. \quad (5)$$

Зведена рушійна сила в кожному із циліндрів

$$F_{p(36)} = p_p \cdot A_r, \quad (6)$$

p_p — тиск рідини в циліндрі під поршнем при його русі вверх.

Знайдемо величину p_p . Нагнітальну лінію розіб'ємо на дві ділянки: перше ділянка — від насоса до місця розгалуження трубопроводів і друга — від місця її розгалуження до поршнів гідравлічних колон.

Між витратою рідини в трубопроводі і перепадом тиску в ньому існує така залежність [3]:

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2}{\rho_r} \Delta p}, \quad (7)$$

де μ — коефіцієнт витрати рідини; A — площа поперечного перерізу трубопроводу; Δp — перепад тиску при русі рідини в трубопроводі.

Втрату тиску робочої рідини на першій та другій ділянках нагнітальної лінії можна записати у вигляді

$$\Delta p_{(1)} = \left(\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} V_i^2 + \sum_{j=1}^{n_2} \xi_j V_j^2 \right) \frac{\rho_r}{2} + \Delta p_{роз}, \quad (8)$$

$$\Delta p_{(2)} = \left(\sum_{i=1}^{n_3} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} V_i^2 + \sum_{j=1}^{n_4} \xi_j V_j^2 \right) \frac{\rho_r}{2} \quad (9)$$

де ξ_j , λ_i — коефіцієнти втрат напору по довжині трубопроводу і місцевих втрат; l_i , d_i — довжина і внутрішній діаметр трубопроводу; V_j , V_i — швидкості потоку рідини в трубопроводах і місцевих опорах; $\Delta p_{роз}$ — втрата напору в розподільнику; n_1 , n_3 — кількість трубопроводів різних діаметрів на першій та другій ділянках нагнітальної лінії; n_2 , n_4 — кількість місцевих опорів на першій та другій ділянках нагнітальної лінії.

Перепад тиску рідини на розподільнику можна виразити, користуючись залежністю (7) і враховуючи, що $Q_1 = V_{роз} \cdot A'_{роз}$

$$\Delta p_{роз} = \frac{\rho_r V_{роз}^2}{2\mu_{роз}^2} \quad (10)$$

де $A'_{роз} = \phi(t)$ — площа прохідного отвору розподільника, $\mu_{роз}$ — коефіцієнт витрати через нього; $V_{роз}$ — швидкість рідини в прохідному отворі розподільника.

Цю залежність доцільно привести до швидкості в трубопроводі V_{r1} , що підходить до місця розгалуження, виходячи з рівняння нерозривності потоку

$$V_{роз} = \frac{4V_{r1}A_{rc}}{\pi d^2 X_p} \quad (11)$$

тут d — діаметр отвору розподільника; A_{rc} — площа поперечного перерізу отвору трубопроводу першої ділянки, що підходить до місця розгалуження, $X_p = \phi(t)$ — величина відкриття отвору розподільника (цю функцію можна прийняти лінійною, а саме $X_p = t/t_1 + (1-t/t_1)S(t-t_1)$, $S(t-t_1)$ — одинична функція Хевісайда [5],

$$S(t-t_1) = \begin{cases} 1, & t > t_1, \\ \frac{1}{2}, & t = t_1, \\ 0, & t < t_1 \end{cases}$$

t_1 — час, протягом якого повністю розкривається отвір розподільника.

Через проміжок часу t_1 від моменту початку відкривання отвору розподільника $X_p = 1$ (отвір розподільника буде повністю відкритий).

Таким чином, перепад тиску в розподільнику

$$\Delta p_{роз} = \frac{\rho_r}{2} \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_p \mu_{hip})^2} V_{r1}^2. \quad (12)$$

Підставляємо (12) у (9) і отримуємо

$$\Delta p_{(1)} = \left(\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} V_i^2 + \sum_{j=1}^{n_2} \xi_j V_j^2 \right) \frac{\rho_r}{2} + \frac{\rho_r}{2} \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_{p\mu hjp})^2}. \quad (13)$$

Приведемо рівняння (13) і (9) до трубопроводу одного перерізу; рівняння (13) до трубопроводу з перерізом A_{rc} , а рівняння (9) до перерізу A_r циліндрів гідравлічних колон. При цьому будемо мати

$$\Delta p_{(1)} = \frac{\rho_r}{2} \left[\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_2} \xi_j + \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_{p\mu hjp})^2} \right] V_{r1}^2, \quad (14)$$

$$\Delta p_{(2)} = \frac{\rho_r}{2} \left(\sum_{i=1}^{n_3} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_4} \xi_j \right) V^2, \quad (15)$$

а тому з (14) і (15) одержимо

$$V_{r1} = \sqrt{\frac{2\Delta p_{(1)}}{\rho_r \left[\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_2} \xi_j + \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_{p\mu hjp})^2} \right]}}, \quad (16)$$

$$V_{II} = \sqrt{\frac{2\Delta p_{(2)}}{\rho_r \left(\sum_{i=1}^{n_3} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_4} \xi_j \right)}}. \quad (17)$$

Витрата рідини через трубопровід першої ділянки і через кожну із двох віток другої ділянки нагнітальної лінії відповідно буде:

$$Q_1 = A_{rc} \sqrt{\frac{2}{\rho_r \left[\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_2} \xi_j + \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_{p\mu hjp})^2} \right]}} \sqrt{\Delta p_{(1)}}, \quad (18)$$

$$Q_2 = A_r \sqrt{\frac{2}{\rho_r \left(\sum_{i=1}^{n_3} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_4} \xi_j \right)}} \sqrt{\Delta p_{(2)}}, \quad (19)$$

Позначимо

$$A_{rc} \sqrt{\frac{2}{\rho_r \left[\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_2} \xi_j + \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_{p\mu hjp})^2} \right]}} = G_1, \quad (20)$$

$$A_r \sqrt{\frac{2}{\rho_r \left(\sum_{i=1}^{n_3} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{j=1}^{n_4} \xi_j \right)}} = G_2. \quad (21)$$

Величини G_1 і G_2 — гідравлічні провідності відповідно першої та другої ділянок нагнітальної лінії гідроприводу [3].

На першій та другій ділянках нагнітальної лінії гідроприводу перепади тиску можна записати

$$\Delta p_{(1)} = p_H - p_{розг}, \quad \Delta p_{(2)} = p_{розг} - p_p. \quad (22)$$

Тут $p_{розг}$ — тиск рідини в місці розгалуження труб нагнітальної лінії; p_p — тиск на поршень в гідроприводі.

роколонках. До другої ділянки нагнітальної лінії відносимо і циліндри гідравлічних колон, оскільки переміщення поршнів від їх нижніх положень до верхніх є значними.

Враховуючи рівняння (18)–(22), можна отримати у свою чергу такі два рівняння:

$$Q_1^2 = G_1^2 (p_{розг} - p_p), \quad Q_2^2 = G_2^2 (p_{розг} - p_p). \quad (23)$$

Трубопроводи, які йдуть від місця розгалуження до циліндрів гідравлічних колон є однаковими, тому можна вважати $Q_1 = 2Q_2$. Приймаючи до уваги останню рівність, після перетворення рівнянь (23) отримаємо

$$p_p = p_H - Q_2^2 \left(\frac{4}{\varphi G_1^2} + \frac{1}{\varphi G_2^2} \right). \quad (24)$$

Витрата рідини $Q_2 = A_r \cdot V_{II} = A_r \frac{ds}{dt}$, тому

$$p_p = p_H - A_r^2 \left(\frac{4}{\varphi G_1^2} + \frac{1}{\varphi G_2^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2. \quad (25)$$

Зведена рушійна сила, що створюється в двох циліндрах гідроприводу

$$F_{p(36)} = 2p_H \cdot A_r - 2A^3 \left(\frac{4}{\varphi G_1^2} + \frac{2}{\varphi G_2^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2. \quad (26)$$

До сил опору на першій півфазі відносяться сили F_{T1} , F_{T2} , G'_u , G_T (G_T — вага траверси разом зі штоками і поршнями), а також частина ваги стовпа рідини G'_p . Вага штанг у пластовій рідині G'_u прикладена до точки підвісу штанг ще до початку її руху вгору, а сили F_{T1} і F_{T2} виникають тільки під час руху точки підвісу штанг. Оскільки нами прийнятий лінійний закон зміни швидкості руху перерізів колони штанг по її довжині, то зводячи ці сили до точки підвісу штанг отримаємо

$$dF_{T(36)} = \frac{F_{T1} + F_{T2}}{l} \frac{V_x}{V} dx = \frac{F_{T1} + F_{T2}}{l} \frac{V_x}{lV} dx$$

$$dF_{T(36)} = \int_0^l \frac{F_{T1} + F_{T2}}{l^2} x dx = 0.5(F_{T1} + F_{T2})$$

$$dF_{T(36)} = 0.5(F_{T1} + F_{T2}).$$

Як відзначалося вже вище на першій півфазі при переміщенні точки підвісу штанг вгору на штанги передається частина ваги стовпа рідини G'_p , але одночасно з тим відбувається зменшення навантаження на цю ж величину на розтягнуту колону НКТ. В результаті цього колона НКТ вкорочується, її перерізи рухаються вгору і вгору рухається плунжер насоса при відсутності їх відносного руху. Тому абсолютна текуча деформація колони штанг буде

$$\Delta l'_{u(a)} = s - \Delta l'_{mp} \quad (27)$$

або

$$\frac{G'_p l}{EA_u} = s - \frac{G'_p l}{EA_{mp}}. \quad (28)$$

Із (28) одержуємо

$$G'_p(s) = \frac{sEA_u \cdot A_{TP}}{(A_u + l_{TP})}. \quad (29)$$

Таким чином, при врахуванні диференціального рівняння (29) і величин, що в нього входять, для першої фази матимемо таке рівняння:

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_r \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = 2p_H \cdot A_r - 2A_u^3 \left(\frac{4}{G_1^2} + \frac{1}{G_2^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 - G' - 0,5(F_{T1} + F_{T2}) - G'_p(s) - G_T \quad (30)$$

або перепишемо це рівняння у вигляді

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + \left[A_r \rho_r \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = 2p_H \cdot A_r - 2A_u^3 \left(\frac{4}{G_1^2} + \frac{1}{G_2^2} \right) \right] \times \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 + G'_p(s) = 2p_H \cdot A_r - G_u - 0,5(F_{T1} + F_{T2}) - G_T \quad (31)$$

Для розв'язання записаного рівняння маємо такі початкові умови

$$s_{H=0} = 0, \quad \frac{ds}{dt}_{H=0} = 0. \quad (32)$$

В рівнянні (31) величини m_{36} , G_1 , G_2 , G'_p знаходяться формулами (3), (20) і (29).

В результаті розв'язку рівняння (31) знаходиться функція $s(t)$, а також і швидкість ds/dt . Зафіксуємо момент часу, коли

$$s(t_1) = \Delta l_u + \Delta l_{mp} = \frac{G_{pl}}{E} \left(\frac{1}{A_u} + \frac{1}{A_{mp}} \right). \quad (33)$$

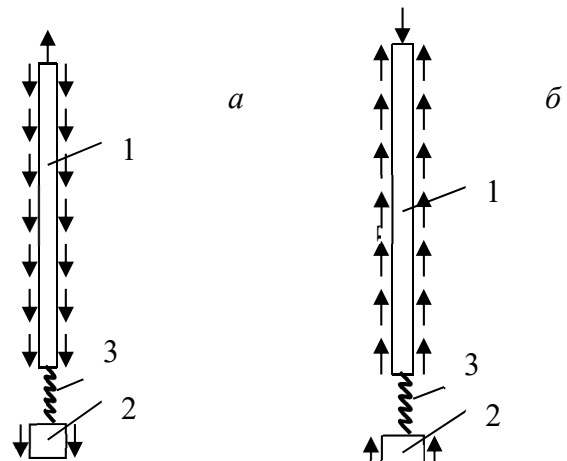
Це є той момент, при якому вся вага пластової рідини над плунжером передається на колону штанг. Штанги при цьому розтягнулися під всією вагою пластової рідини. В наступний невеликий проміжок часу повинен початися рух плунжера насоса вгору.

Початок руху плунжера насоса вгору буде ще супроводжуватися деформацією колони штанг, оскільки верхній кінець колони штанг має певну швидкість $V = \frac{ds}{dt} / t = t_1$, а нижній кінець, біля плунжера, є в цей момент нерухомий. Скласти диференціальне рівняння, яке б враховувало одночасно і деформацію колони штанг і рух колони штанг з плунжером і пластовою рідиною як недеформованими тілами не вдається. Тому використаємо такий наближений метод: колону штанг з моменту $t = t_1$ вважатимемо недеформованою, а між колоною штанг і плунжером розмістимо пружний елемент, жорсткість якого дорівнює жорсткості всієї колони штанг. В результаті цього отримуємо двомасову механічну систему: колону штанг разом з траверсою, штоками і поршнями і з другої сторони плунжер насоса і вся пластова рідина, що тисне на нього.

Між цими двома масами знаходиться пружний елемент.

Коливний процес, що виникає в колоні штанг в момент початку руху плунжера насоса вгору, буде розглянуто окремо.

На рисунку 1а зображено двомасову механічну систему. Маса 1 — це маса колони штанг разом з масами траверси, штоків, поршнів, а також зведеною масою рідини всієї гідравлічної системи. Маса 2 — це маса плунжера і всього стовпа пластової рідини, що знаходиться під ним. Очевидно, що рівняння руху першої маси повинно бути виду (2).



1 — перша маса; 2 — друга маса; 3 — пружний елемент

Рис. 1. Двомасова механічна система при русі плунжера вгору (а) і вниз (б)

Зведена маса у цьому випадку запишеться так:

$$m_{36} = m_u + m_T + 2A_r \rho_r s + m_{rc}^{(1)} \left(\frac{2A_r}{A_{rc}} \right)^2 + m_{rc}^{(2)} \left(\frac{A_r}{A_{rc}} \right)^2 \quad (34)$$

оскільки тут врахуємо, що вся колону штанг рухається з однаковою швидкістю, що звісно не відповідає дійсності. Але проміжок часу до початку

Формула (32) відрізняється від (5) тільки першим доданком, руху плунжера насоса залишається незначним, тому цілком допустимо погодитися на цю неточність.

Похідна dm_{36}/ds визначається, як і раніше, за формулою (5), а рушійна сила за формулою (32). Сили опору будуть $G'_u + F_{T1} + F_{T2} + G_T$. Крім того, зі сторони пружного елемента маємо реакцію

$$R_1 = c(S(t) - S_0 - S_2)$$

де c — жорсткість всієї колони штанг;

$S(t) - S_0$ — абсолютна деформація колони штанг;

$S_0 = \frac{G_p l}{EA_{tp}}$ — деформація абсолютна колони НКТ,

викликана зняттям навантаження від всього стовпа рідини.

Таким чином, рівняння руху маси 1 приймає такий вигляд:

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_r \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = 2p_H \cdot A_r - 2A_r^3 \left(\frac{4}{G_1^2} + \frac{1}{G_2^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 - G'_u - F_{T1} - F_{T2} - R_1(s) - G_T. \quad (35)$$

Початкові умови ($t_0 = t_1$):

$$s = s(t) / t = t_1, \quad V = \frac{ds}{dt} / t = t_1.$$

Початкові умови для розгляду руху маси 1 є результатом розв'язку диференціального рівняння (35) при початкових умовах (32) для моменту часу $t = t_1$.

Рівняння руху маси 2

$$m_{36} \frac{d^2 s_2}{dt^2} = R_1(S) - G_{II} - G_P - F_{T3} - F_{T4}, \quad (36)$$

де S_2 — переміщення плунжера від його нижнього положення; G_{II} — вага плунжера у рідині; G_P — вага стовпа рідини над плунжером; F_{T3}, F_{T4} — сили тертя відповідно між плунжером і циліндром і сила тертя, обумовлена гідравлічним опором в трубах.

Початкові умови для диференціального рівняння (36)

$$S_2 / t = t_0 = 0, \quad \frac{ds_2}{dt} / t = t_0 = 0. \quad (37)$$

В результаті розв'язку задачі (35)–(37) для двомасової системи знайдемо момент часу $t = t_2$, при якому почнеться рух плунжера насоса вгору. Цей момент часу є кінцем першої півфази руху вгору точки підвісу штанг. Одночасно розв'язок задачі (35)–(37) визначає рух точки підвісу штанг на її другій півфазі, тобто при розв'язання вказаної задачі знайдемо й величину усталеної швидкості точки підвісу штанг, а також момент часу, в який настає усталена швидкість її руху. Якщо бути точним, то усталеної швидкості точки підвісу штанг при її русі вгору не буде, оскільки зведена маса постійно збільшується (збільшується кількість рідини під поршнями гідроколон). Але цей вплив не буде значним.

В момент початку руху плунжера насоса вгору виникають значні пружні коливання поперечних перерізів штанг, викликані різницею швидкостей точки підвісу штанг і плунжера насоса, а також тим фактором, що разом з плунжером насоса свій рух вгору починає і весь стовп рідини, який знаходиться над плунжером. Ці коливання збільшують навантаження на колону штанг.

З метою визначення вказаних коливань використаємо постановку задачі, аналогічну постановці А. С. Вирновського [1; 2]. Розглядаємо рухому систему координат, початок якої знаходиться у точці

підвісу штанг. Вісь координат напрямлена вниз. В результаті цього точка підвісу штанг розглядається як нерухома, тобто відсікається рух колони штанг як абсолютно твердого тіла, а розглядається тільки відносний рух перерізів колони штанг.

Переміщення перерізів колони штанг u залежно від їх координати x і часу t описуються хвильовим рівнянням

$$a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}. \quad (38)$$

Тут час $t = 0$ відповідає часу t_1 — початку руху плунжера насоса вгору.

Початкові умови цієї задачі

$$u / y = 0 = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} / t = 0 = v \frac{x}{l}, \quad (39)$$

тут v — швидкість точки підвісу штанг в момент початку руху плунжера насоса вгору.

Граничні умови

$$u / t = 0 = 0.$$

Для нижнього кінця колони штанг ($x = 1$) гранична умова залишається у вигляді

$$A_u E \frac{\partial u}{\partial x} = - \frac{G_P}{g} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2},$$

тобто сила, що виникає у з'єднанні колони штанг з плунжером, дорівнює інерційній силі, що створюється масою G_P / g .

Останнє рівняння можна записати так:

$$A_u g \rho l E \frac{\partial u}{\partial x} = - G_P \rho l \frac{\partial^2 u}{\partial t^2},$$

Оскільки $A_u g \rho l E = G_u$, а $E / \rho = a^2$, то гранична умова для нижнього кінця колони штанг буде

$$a^2 \frac{\partial u}{\partial x} = - \frac{G_P}{G_u} l \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}.$$

Позначимо

$$\frac{G_P}{G_u} = m,$$

тоді формула прийме кінцевий вигляд

$$a^2 \frac{\partial u}{\partial x} / x = l = - m l \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} / x = l. \quad (40)$$

Рівняння (38) описує вільні незатухаючі коливання в колоні штанг. Але реально коливання в колоні штанг є затухаючими. Причиною такого явища є неідеальна пружність матеріалу штанг, зовнішнє тертя стержня, що коливається. У випадку внутрішнього в'язкого тертя замість диференціального рівняння (38) матимемо [3]

$$a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{k}{\rho} \frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad (41)$$

де k — коефіцієнт в'язкості матеріалу штанг (коефіцієнт внутрішнього тертя в матеріалі, Па·С).

Друга фаза руху точки підвісу штанг — це рух з постійною швидкістю вгору (близькою до постійної, про це говорилося вище). У цьому випадку рушійна сила, що створюється в обох гідравлічних колонах, повинна бути рівною

$$F_{p(360)} = G_p + F_{T1} + F_{T2} + F_{T3} + F_{T4} + G'_u + G_T + G_{II} \quad (42)$$

де G_T — вага траверси разом зі штангами і поршнями.

Третя фаза руху точки підвісу штанг — це фаза гальмування. Вона починається в момент часу $t = t_4$.

Це є момент, в який починається закриття напірної лінії гідроприводу.

Диференціальне рівняння руху точки підвісу штанг на цій фазі матиме такий вигляд:

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_s \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = 2p_H A_r - 2A_r^3 \left(\frac{4}{G_1^2} + \frac{1}{G_2^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 - G_p - F_{T1} - F_{T2} - F_{T3} - F_{T4} - G'_u - G_T - G_{II} \quad (43)$$

при початкових умовах

$$s = s/t = t_4; \quad \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{dt} / t = t_4. \quad (44)$$

Рівняння (43) при початкових умовах (44) розв'язується тільки в тому випадку, коли точка підвісу штанг і плунжер рухаються з однаковими швидкостями.

Величини

$$s = s/t = t_4; \quad \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{dt} / t = t_4$$

відповідають моменту включення верхніх кінцевих перемикачів, тобто моменту закінчення руху точки підвісу штанг з постійною швидкістю. Величини, що входять у (43) визначаються за вищеведеними формулами (m_{36} — за формулою (32), G_2 — за формулою (21) і т.д.). Тільки у формулі (20) для G_1 величина x_p має інший математичний вираз, а саме

$$x_p = \frac{t_5 - t}{t_5 - t_4} (1 - s(t - t_5)), \quad t \geq t_4 \quad (45)$$

де t_5 — момент часу, в який отвір розподільювача буде повністю закритий (величина t_5 визначається так: $t_5 = t_4 + \Delta t_3$, Δt_3 — час закриття отвору розподільювача).

В момент часу $t = t_5$ (і взагалі при гальмуванні) прискорення всієї системи напрямлено вниз, що

викличе додаткове навантаження в точці підвісу штанг.

Далі має місце четверта фаза циклу роботи установки — точка підвісу штанг нерухома. Це є невеликий проміжок часу від моменту повного закриття нагнітальної лінії гідроприводу до початку відкриття скидової лінії цього привода ($\Delta t_n = t_6 - t_5$), t_6 — час від моменту початку циклу роботи установки до моменту початку відкривання його скидової лінії.

На цій фазі напруження у точці підвісу штанг визначається двома силами, а саме: вагою штанг у пластовій рідині G'_u і вагою пластової рідини G_p , що знаходиться над плунжером.

П'ята півфаза охоплює проміжок часу від моменту початку руху точки підвісу штанг вниз до початку руху плунжера насоса вниз (на цій фазі відбувається вкорочення розтягнутої колони штанг).

Виведемо диференціальне рівняння руху точки підвісу штанг на цій фазі. Рівняння, які на першій півфазі першої, буде виду (2). Зведена маса всіх рухомих тіл визначається за формулою (5). Тільки у цій формулі $m_{rc}^{(1)}$ і $m_{rc}^{(2)}$ означають масу рідини гідроприводу у першій і другій ділянках його складової лінії, тобто між резервуаром для рідини і точкою розгалуження цієї лінії і поршнями гідроциліндрів. Рушійними силами у цьому випадку будуть: вага колони штанг у пластовій рідині G'_u , вага траверси зі штоками G_T , вага частини пластової рідини G'_p , яка по мірі вкорочення штанг зменшується. Силами опору при русі колони штанг вниз є сили тертя F_{T1} , F_{T2} , а також сили опору рідини при її русі у скидовій лінії.

Вага частини пластової рідини, яку сприймає колона штанг при своєму вкороченні (рух точки підвісу штанг вниз), визначається так:

$$G'_p = G_p - \frac{\Delta s E A_u A_{TP}}{(A_u + A_{TP})l} \quad (46)$$

де $\Delta s = s_{\max}$; s_{\max} — максимальне віддалення точки підвісу штанг від її нижнього положення.

При переміщенні точки підвісу штанг від її верхнього положення на величину

$$\Delta s = \frac{G_p l}{E} \left(\frac{1}{A_u} + \frac{1}{A_{TP}} \right) \quad (47)$$

колона штанг стає розвантаженою від ваги пластової рідини.

Тиск, який створюють рушійні сили на поршні циліндрів гідравлічних колон,

$$p = \frac{4(G'_u + G_T + G'_p)}{\pi D_{II}^2} \quad (48)$$

тут D_{II} — діаметр поршнів гідравлічних колон.

Як і у випадку першої півфази (формула (23)) витрату рідини на першій та другій ділянках скидової лінії можна подати у вигляді

$$Q_3^2 = G_3^2 \Delta p_{(3)}, \quad Q_4^2 = G_4^2 \Delta p_{(4)} \quad (49)$$

де $\Delta p_{(3)}$, $\Delta p_{(4)}$ — перепади тиску на 1-й та 2-й ділянках скидової лінії; G_3 , G_4 — провідності на 1-й та 2-й ділянках скидової лінії.

Перепади тиску на вказаних ділянках скидової лінії

$$\Delta p_{(3)} = p'_{poz} - p_{poz}, \quad \Delta p_{(4)} = p - p_{poz} \quad (50)$$

p'_{poz} — тиск в розгалуженнях трубопроводів скидової лінії; p_{poz} — тиск в резервуарі ($p_{poz} = 0$).

Провідності на ділянках скидової лінії записуються так:

$$A_{rc} \sqrt{\frac{2}{\rho_r \left[\sum_{i=1}^{n_5} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{i=1}^{n_6} \xi_i + \frac{16A_{rc}^2}{(\pi d^2 X_p \mu_{poz})^2} \right]}} = G_3 \quad (51)$$

$$A_{rc} \sqrt{\frac{2}{\rho_r \left[\sum_{i=1}^{n_7} \lambda_i \frac{l_i}{d_i} + \sum_{i=1}^{n_8} \xi_i \right]}} = G_4 \quad (52)$$

де λ_i , ξ_i — коефіцієнти втрат напору по довжині трубопроводу і місцевих втрат скидової лінії;

l_i , d_i — довжина і внутрішній діаметр i -го трубопроводу скидової лінії, n_5 , n_7 — кількість трубопроводів різних діаметрів на першій та другій ділянках скидової лінії, n_6 , n_8 — кількість місцевих опорів на першій та другій ділянках скидової лінії.

Величина X_p записується у вигляді

$$X_p = \frac{t - t_6}{t_1} + \left(1 - \frac{t - t_6}{t_1} \right) S(t - t_6 - t_1) \quad (53)$$

де t_1 — проміжок часу, протягом якого у розподільнику відкривається скидова лінія.

Враховуючи вище сказане, по аналогії з рівнянням (30) будемо мати

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_r \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = -G'_u - G_T - G'_p + 2A_r^3 \left(\frac{4}{G_3^2} + \frac{1}{G_4^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 + 0.5(F_{T1} - F_{T2}) \quad (54)$$

В (54) $t' = t - t_6$, де t — час від моменту початку першої фази руху установки. Як і при русі точки підвісу штанг вгору вісь координат напрямлена вгору і s відраховується від нижнього положення точки підвісу штанг

Початкові умови для диференціального рівняння (54) є

$$\frac{s}{t'=0} = s, \quad \frac{ds}{dt} \bigg|_{t'=0_{\max}} = 0 \quad (55)$$

Розв'язавши диференціальне рівняння (54) при використанні початкових умов (3.68), отримаємо функцію $s(t)$, що відповідає початковому проміжку часу руху точки підвісу штанг вниз.

Як і при русі точки підвісу штанг вгору фіксуємо момент часу, в який

$$s^* = S(t_6 + \Delta t) = s(\Delta l_u + \Delta l_{TP}) \frac{G_p l}{E} \left(\frac{1}{A_u} + \frac{1}{A_{TP}} \right)_{\max} \quad (56)$$

Це є момент часу, при якому вся вага пластової рідини над плунжером передається на колону НКТ. Штанги при цьому вкоротилися (розвантажилися від ваги рідини), а колони НКТ розтягнулися під вагою пластової рідини. Далі повинен наступити момент, в який плунжер почне свій рух вниз.

Початок руху плунжера насоса вниз буде ще супроводжуватися деформацією колони штанг (деформацією стиску), оскільки верхній кінець колони штанг має певну швидкість, яка напрямлена вниз, а нижній кінець в цей момент нерухомий. Аналогічно, які при русі точки підвісу штанг вгору для подальшого дослідження її руху використовуємо такий наближений метод: колону штанг з моменту $t = t_6 - \Delta t$ вважаємо недеформованою, а між колоною штанг і плунжером розмістимо пружний елемент, жорсткість якого дорівнює жорсткості всієї колони штанг. В результаті цього отримуємо двомасову механічну систему: колона штанг разом з траверсою, штоками і поршнями з однієї сторони, а з другої плунжер насоса і пластова рідина, що знаходиться у контакті з ним. Між цими двома масами знаходиться пружний елемент. В момент початку руху плунжера насоса вниз контакт між плунжером і пластовою рідиною розривається.

Коливний процес, що виникає у колоні штанг у момент початку руху плунжера насоса вниз (в момент розриву контакту між плунжером і пластовою рідиною), буде розглянуто окремо.

На рисунку 16 зображено двомасову механічну систему. Маса 1 — це маса колони штанг разом з масами траверси, штоків, поршнів, а також зведеною масою рідини всієї скидової лінії гідравлічної системи. Маса 2 — це маса плунжера і маса пластової рідини, що знаходиться над ним (у момент початку руху плунжера).

Величина першої маси (зведеної) визначається за формулою

$$m_{36} = m_u + m_T 2A_r \rho_r s + m_{rc}^{(3)} \left(\frac{2A_r}{A_{rc}} \right)^2 + m_{rc}^{(4)} \left(\frac{2A_r}{A_{rc}} \right)^2 \quad (57)$$

де $m_{rc}^{(3)}$ — маса рідини у скидовій лінії гідросистеми між резервуаром для рідини і місцем розгалуження скидової лінії; $m_{rc}^{(4)}$ — маса рідини у скидовій лінії гідросистеми між місцем розгалуження цієї системи і гідравлічними колонами. Зведена маса m_{36} у формулі (50) визначається за формулою (57).

До першої маси прикладені рушійні сили G'_u і G_T , сили опору F_{T1} і F_{T2} , а також реакція зі сторони пружного елемента $R_2(s) = (s^* - s(t))c$.

Рівняння руху першої маси має такий вигляд:

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_z \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = -G'_{uz} - G_T + 2A_r^3 \left(\frac{4}{G_3^2} + \frac{1}{G_4^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 + 0.5(F_{T1} - F_{T2}) + R_2(s) \quad (58)$$

при початкових умовах ($t_7 = t_6 + \Delta t$)

$$s/t'=0 = s^*; \quad \frac{ds}{dt}/t'=0 = v^*. \quad (59)$$

Швидкість v^* визначається із розв'язку (54), (55) для моменту часу $t = t_7$.

Для маси 2 матимемо задачу:

$$m_2 \frac{d^2 s}{dt^2} = -G_{II} - R_2(s) + F_{T3} \quad (60)$$

$$s_2/t'=0 = s_{2\max}; \quad \frac{ds_2}{dt}/t'=0 = 0 \quad (61)$$

де $s_{2\max}$ — максимальне віддалення плунжера від його нижнього положення; m_2 — маса плунжера разом з масою рідини, що знаходиться над плунжером.

Розв'язуючи системи рівнянь (58)–(61), знайдемо момент часу $t' = \Delta t_1$, в який почнеться рух плунжера насоса вниз, тобто момент часу $t = t_7 + \Delta t_1$. Позначимо $t_7 + \Delta t_1 = t_8$. Таким чином, рівняння (54)–(55) разом із системою рівнянь (58)–(61) описують рух точки підвісу штанг на її п'ятій фазі.

На шостій фазі руху точки підвісу штанг також розглядаємо двомасову систему, але у рівнянні (60) замість маси m_2 необхідно брати масу m_n . Система рівнянь (58)–(61) прийме вигляд

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_z \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = -G'_{uz} - G_T + 2A_r^3 \left(\frac{4}{G_3^2} + \frac{1}{G_4^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 + 0.5(F_{T1} - F_{T2}) + R_2(s) \quad (62)$$

$$s/t'=0 = s^{**}; \quad \frac{ds}{dt}/t'=0 = v^{**} \quad (63)$$

$$m_{II} \frac{d^2 s}{dt^2} = -G_{II} - R_2(s) + F_{T3}.$$

В рівнянні (63) $s^{**}; v^{**}$ — віддалення точки підвісу штанг від її нижнього положення в момент початку руху плунжера насоса вниз і швидкість руху точки в цей момент.

$$s_2/t'=0 = s_{2\max}; \quad \frac{ds_2}{dt}/t'=0 = 0.$$

В момент початку руху плунжера насоса вниз також виникають пружні коливання, які викликані різницею швидкостей точки підвісу штанг і у з'єднанні плунжера зі штангами. Крім того, в момент

початку руху плунжера маса пластової рідини від'єднується від плунжера. Для розгляду вказаних коливань знову використаємо рухому систему координат, початок якої знаходиться у точці підвісу штанг. В результаті цього точка підвісу штанг розглядається як нерухома, тобто відсікається рух колони штанг як абсолютно твердого тіла, а розглядається тільки відносний рух перерізів колони штанг.

Переміщення перерізів колони штанг u залежно від їх координати x і часу t описується хвильовим рівнянням

$$a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}. \quad (64)$$

Початкові умови задачі

$$u/t'=0 = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial t}/t=0 = -v \frac{x}{l} \quad (65)$$

де v — швидкість точки підвісу штанг в момент початку руху плунжера насоса вниз.

Граничні умови

$$u/x=0 = 0. \quad (66)$$

Гранична умова на другому кінці запишеться так:

$$a^2 \frac{\partial u}{\partial x}/x=l = -ml \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}/x=l (1 - s_+(t)) \quad (67)$$

де $s_+(t)$ — асиметрична одинична функція

$$\left(s_+ t = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq 0 \\ 1 & \text{при } t > 0 \end{cases} \right).$$

Гранична умова (67) відрізняється від граничної умови (40) тим, що при $t > 0$ права частина в (67) дорівнює нулю.

При розв'язанні системи рівнянь (62)–(65) фіксуємо момент часу $t_9 = t_8 + \Delta t_2$, в якій включаються нижні кінцеві перемикачі (Δt_2 — проміжок часу від моменту початкового руху плунжера насоса вниз до моменту включення нижніх кінцевих перемикачів). В момент $t = t_9$, очевидно, повинна бути справедливою рівність

$$\frac{ds}{dt}/t'=\Delta t_2 = \frac{ds_2}{dt}/t'=\Delta t_2.$$

Це означає, що на сьомій фазі (гальмуванні руху точки підвісу штанг вниз) можемо розглядати одномасову систему, рівняння якої матиме вигляд

$$m_{36} \frac{d^2 s}{dt^2} + A_r \rho_z \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = -G'_{uz} - G_T + 2A_r^3 \left(\frac{4}{G_3^2} + \frac{1}{G_4^2} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 + F_{T1} + F_{T2} + F_{T3} \quad (68)$$

початкові умови

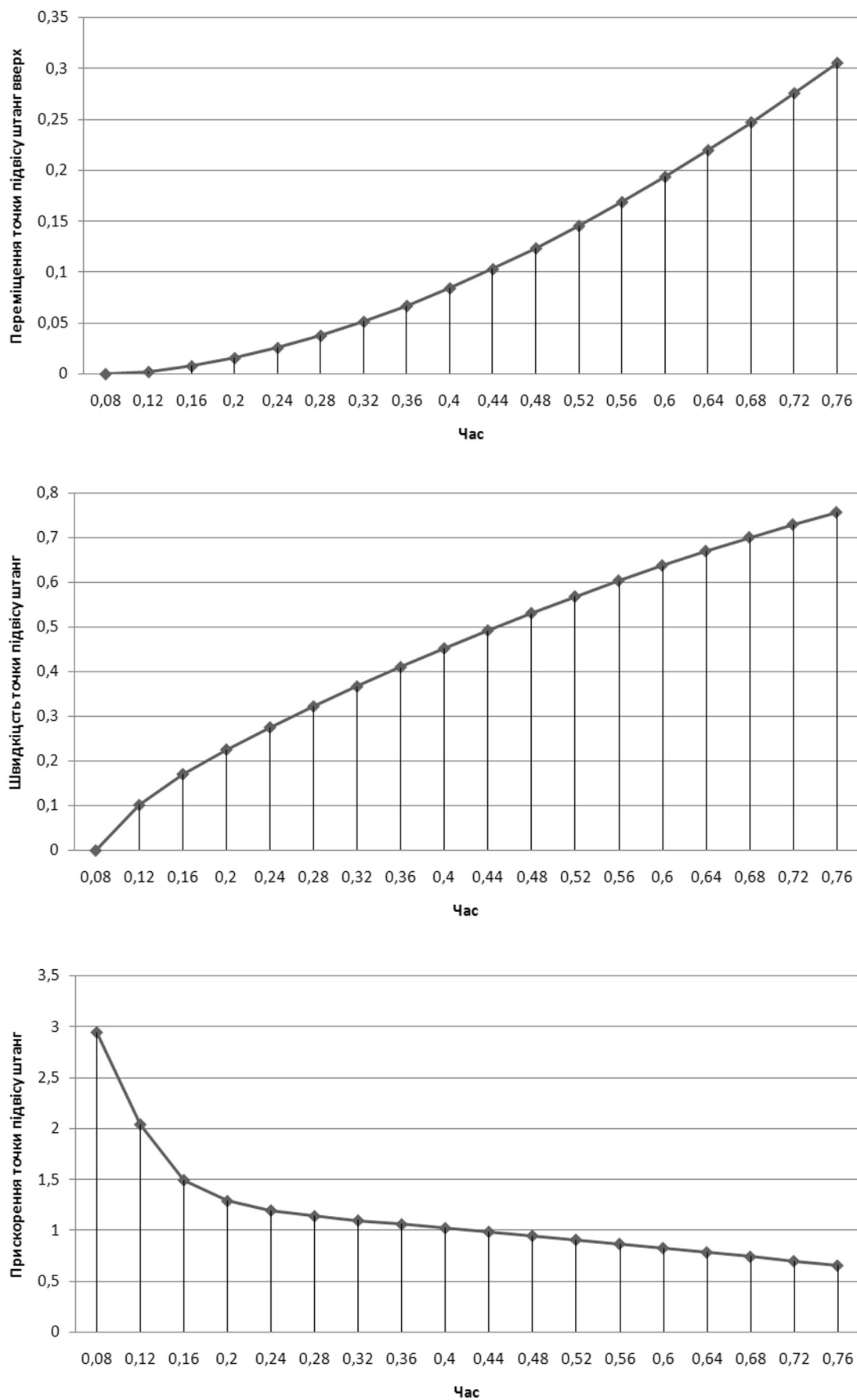


Рис. 2. Залежність переміщення, швидкості та прискорення точки підвісу від часу

$$\frac{s}{t'} = 0 = s_{HKП}; \quad \frac{ds}{dt'} \bigg|_{t'=0} = v_{HKП}. \quad (69)$$

Зведена маса визначається за формулою

$$m_{зв} = m_{ш} + m_T + 2A_r \rho_r s + m_{rc}^{(3)} \left(\frac{2A_r}{A_{rc}} \right)^2 + m_{rc}^{(4)} \left(\frac{2A_r}{A_{rc}} \right)^2 + m_n. \quad (70)$$

а $s_{HKП}$ і $v_{HKП}$ — відповідно віддалення точки підвісу штанг від його нижнього положення в момент включення нижніх кінцевих перемикачів і швидкість руху цієї точки.

В (69) провідність скидової лінії визначається за формулою (51), а величина x_p , що характеризує закриття каналу розподільника

$$x_p = \frac{t - t_9}{\Delta t_2} [1 - S(t - t_9 - \Delta t_2)], \quad (71)$$

де Δt_2 — проміжок часу, протягом якого закривається скидова лінія гідросистеми.

Рівняння (64), (65) застосовуються в тому випадку, коли точка підвісу штанг і плунжер рухаються із однаковими швидкостями, в іншому випадку необхідно розв'язувати двомасову систему.

В результаті розв'язку рівняння (64) при початкових умовах (65) отримаємо закономірність гальмування руху очки підвісу штанг.

На восьмій фазі точка підвісу штанг перебуває у нижньому положенні. Після цього цикл повторюється.

Рух колони підвісних штанг описується диференціальним рівнянням другого порядку. Існують різні методи їх рішення. В роботі вибрано числовий метод розв'язування рівняння руху точки підвісу штанг і плунжера насоса при їх русі вгору із нижнього положення і руху вниз із верхнього положення вниз.

На основі розробленої математичної моделі установки для видобутку нафти створено алгоритми і програми при русі колони коли діють сили розтягу прикладені до неї і отримано результати розрахунку. Моделі створені для різних фаз роботи устаткування. Це фази піднімання нафти із пласту на поверхню і фази руху підвісу штанг вниз. Побудовано графіки залежності руху точки підвісу штанг в часі (її переміщення, швидкість і прискорення). При цьому розрахунки проводились із врахуванням різних ситуацій роботи устаткування: просте переміщення; рух вгору без плунжера; рух вгору із плунжером; рух вниз без плунжера; рух вниз із плунжером.

На рисунку 2 показано переміщення, швидкість та прискорення руху точки підвісу штанг.

Аналіз графіків показує, що точка переміщення підвісу штанг у часі змінюється по закону $S = 0.0044 + 1.0491 \cdot t$, а швидкість її зростає по законі $V = 0.0044 + 1.0491 \cdot t$, в той же час прискорення на початку руху різко падає, а потім плавно знижується по закону $W = 0.4859 + 0.1881/t$.

Таким чином, для визначення законів руху елементів установки побудовано математичну модель гідропривідної свердловинної установки і на її основі проведено аналітичні дослідження точки руху колони штанг вгору і вниз без плунжера і з плунжером, що дозволяє розробити раціональні режими експлуатації.

Література

1. Вирновский А. С. Теория и практика глубиннонасосной добычи нефти. Избранные труды [Текст] / А. С. Вирновский. М.: Недра, 1971. С. 184.
2. Вопросы эксплуатации и изготовления буровых, обсадных и насосно-компрессорных труб [Текст] // Обзор зарубежной литературы, сер. Бурение, ВНИИГЭАНГ. М. 1968. 101 с.
3. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика [Текст] / [В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський і ін]. К.: Вища школа, 1995. 163 с.
4. Симкин В. Я. Определение динамических нагрузок при автоколебаниях буровой колонны [Текст] / В. Я. Симкин // Машины и нефт. обор. научно-техн. сб. 1968. № 10. С. 3–7.
5. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] / Г. Корн, Т. Корн-М.: Наука, 1970. С. 720.

УДК 621.643.8

Грудз Володимир Ярославович

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри газонафтопроводів та газонафтоховищ
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Грудз Владимир Ярославович

*доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

Grudz Volodymyr

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Gas and Oil Pipelines
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

Чернецький Михайло Сергійович

*аспірант
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Чернецкий Михаил Сергеевич

*аспирант
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

Chernetskyi Michael

*Graduate Student
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-3-5658

**РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ
РЕМОНТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПІДРОЗДІЛІВ
ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ
РЕМОНТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

**RATIONAL ACCOMMODATION OF REPAIR
AND OPERATING UNITS FOR MAINTENANCE OF MAIN PIPELINES**

Анотація. Розглядається задача підвищення експлуатаційної надійності газотранспортної системи за рахунок раціонального розміщення ремонтно-експлуатаційних підрозділів в регіоні обслуговування газопроводів. Збільшення кількості і щільності розміщення ремонтно-експлуатаційних підрозділів в регіоні обслуговування газопроводів дозволить скоротити час проведення ремонтно-відновлювальних робіт у випадку виникнення відмови на лінійній частині газопроводу з одного боку, та призведе до збільшення витрат на їх утримання з іншого. Тому залежність витрат на експлуатацію газотранспортної системи як функція параметрів її надійності повинна мати екстремум.

Побудована математична модель формування оптимальної схеми розміщення ремонтно-експлуатаційних підрозділів в регіоні обслуговування газопроводів, яка дозволяє оптимізувати процес обслуговування, що підвищить надійність експлуатації газотранспортної системи.

Ключові слова: комплексна система, ремонт трубопроводів, контроль магістральних трубопроводів, попередження аварійності.

Аннотация. Рассматривается задача повышения эксплуатационной надежности газотранспортной системы за счет рационального размещения ремонтно-эксплуатационных подразделов в регионе обслуживания газопроводов. Увеличение количества и плотности размещения ремонтных подразделов в регионе обслуживания газопроводов позволит сократить время проведения обновительных работ в случае возникновения отказа на линейной части газопровода с одной стороны, и приведет к увеличению расходов на их содержание из другого. Поэтому зависимость расходов на эксплуатацию газотранспортной системы как функция параметров ее надежности должна иметь экстремум.

Построена математическая модель формирования оптимальной схемы размещения ремонтно-эксплуатационных подразделов в регионе обслуживания газопроводов, которая позволяет оптимизировать процесс обслуживания, которое повысит надежность эксплуатации газотранспортной системы.

Ключевые слова: комплексная система, ремонт трубопроводов, контроль магистральных трубопроводов, предупреждение аварийности.

Summary. The task of increase of operating reliability of the gas-transport system is examined due to the rational placing of repair-operating subsections in the region of maintenance of gas pipelines. The increase of amount and closeness of placing of repair subsections in the region of maintenance of gas pipelines will allow to shorten time of lead through of restoration works in the case of origin of refuse on linear part of gas pipeline from one side, and will result in the increase of charges on their maintenance from other. Therefore dependence of charges on exploitation of the gas-transport system as a function of parameters of its reliability must have extreme.

The mathematical model of forming of optimum chart of placing of repair-operating subsections is built in the region of maintenance of gas pipelines, which allows to optimize the process of service which will promote reliability of exploitation of the gas-transport system.

Key words: integrated system, pipeline repair, control of main pipelines, accident prevention.

За останні роки транзитні поставки газу через територію України зростають. В умовах старіння магістральних газопроводів набуває актуальності задача забезпечення надійності функціонування газотранспортної системи з метою безперебійного постачання газу, зниження втрат газу, запобігання аварій і забруднення навколишнього середовища. Причому проблеми безпеки і екологічності магістрального транспорту газу вимагає особливої уваги з обліком можливих катастрофічних наслідків аварій і несправностей.

Старіння газопроводів, велике число аварій і ушкоджень на лінійній частині серйозно ускладнюють процес технічної експлуатації об'єктів газотранспортної системи, збільшують матеріальні витрати.

Аналіз стану магістральних газопроводів на основі ретроспективної інформації про аварії й ушкодження на лінійній частині свідчить про значні резерви підвищення експлуатаційної надійності газотранспортної системи. Ситуація на магістральних газопроводах характеризується інтенсивністю аварій за останні 5 років (0.53 випадків в рік на тисячу км). Спостерігається тривожна тенденція збільшення числа ушкоджень і несправностей на магістральних газопроводах (6.5–7.0 випадків у рік на тисячу км).

В певній мірі забезпечити надійність транзитного транспортування газу по системі трансукраїнських газопроводів повинна мережа підземних сховищ газу (ПСГ), яка в випадку аварії здатна прийняти надлишок газу і забезпечити постачання споживачам. Тому при плануванні і оптимізації процесу обслуговування газотранспортної системи ПСГ повинні розглядатися як один з її елементів.

У нових умовах господарювання немаловажний економічний аспект цієї проблеми, оскільки аварії й ушкодження на лінійній частині призводять до великих втрат газу, збитків від недопоставки палива, вимагають витрат на ремонтно-відновлювальні роботи.

Як відомо, методи підвищення надійності газопровідних систем поділяються на доексплуатаційні (схемні і конструктивні) і експлуатаційні. Впливати на надійність функціонуючого газопроводу можна, лише забезпечивши правильну технічну експлуатацію. Експлуатація, крім безпосереднього використання основного і допоміжного технологічного устаткування для виконання виробничих задач по транспортуванню газу, містить у собі також систему технічного обслуговування і ремонту, що представляє сукупність взаємозалежних засобів, документації технічного обслуговування і ремонту, виконавців, необхідних для підтримки і відновлення якості об'єктів і їхніх елементів, що входять у систему.

З огляду на той факт, що аварійність магістральних газопроводів залишається досить високою, а темпи їх «старіння» значно випереджають темпи виконання капітального ремонту, одним з головних засобів підтримки експлуатаційної надійності лінійної частини є система технічного обслуговування і ремонту.

Методи і підходи до рішення перерахованих задач базуються на результатах основоположних досліджень провідних учених галузі В. Л. Березина, П. П. Бородавкіна, Л. Г. Телегіна, Н. Х. Халлієва, Е. М. Ясіна, К. Е. Рашепкіна, З. Г. Галиулліна, А. Ф. Комягіна й ін.

Разом з тим, аналіз досвіду експлуатації газотранспортних систем і наукових досліджень у цій області доводить необхідність подальшого пророблення

задач удосконалювання організації експлуатаційного обслуговування лінійної частини і її елементів.

З позицій системного аналізу система технічного обслуговування і ремонту характеризується визначеним складом, структурою і режимом функціонування.

У залежності від умов експлуатації ремонтно-експлуатаційного підрозділу мають різну потужність і структуру, ступінь централізації і концентрації матеріально-технічних і інших ресурсів.

Необхідно відзначити, що в найближчий час наряд чи відбудуться істотні зміни в структурі, організації і принципах керування системою технічного обслуговування і ремонту. Не приходить очікувати істотного збільшення виробничих потужностей і значного переозброєння ремонтно-експлуатаційних підрозділів. На сьогоднішній день більшість лінійно-експлуатаційних служб при лінійних виробничих управліннях не укомплектовані необхідною технікою відповідно до діючих нормативних документів.

У зв'язку з вищевикладеним, дуже актуальними є задачі підвищення ефективності використання наявних ресурсів (матеріальних, технічних, людських і ін.), удосконалювання планування контрольно-відновлювальних заходів і керування ремонтно-експлуатаційними підрозділами у ході обслуговування лінійної частини із метою забезпечення надійної і безперебійної роботи газотранспортних систем.

Зважуватися подібна задача може на декількох рівнях. По-перше, на структурно-територіальному рівні виникає задача формування оптимальної схеми розміщення ремонтно-експлуатаційних підрозділів різної спеціалізації і потужності в регіоні обслуговування складної газотранспортної системи. По-друге, на рівні сформованої регіональної системи технічного обслуговування і ремонту ціниться питання про раціональне планування контрольно-відновлювальних заходів на лінійній частині, і її елементах при обґрунтованому виборі стратегій обслуговування. По-третє, на рівні окремого контрольно-відновлювального заходу загальної системи технічного обслуговування і ремонту необхідно забезпечити вироблення найбільш ефективних організаційно-технологічних і технічних рішень у ході керування процесом експлуатації окремих ділянок.

Системний підхід, як головний принцип виконаних досліджень, передбачає комплексний розгляд перерахованих вище задач, їх спільне всебічне пророблення в ході формалізації загальної універсальної математичної моделі системи технічного обслуговування і ремонту лінійної частини магістрального газопроводу, і видачу результатів у вигляді набору організаційно-технологічних рішень з її удосконалювання.

Задача формування оптимальної структурної схеми організації регіональної системи технічного обслуговування і ремонту лінійної частини магістрального газопроводу містить у собі наступні етапи:

- формалізація розрахункової схеми і формування вихідних даних по досліджуваній системі;
- формування альтернативних варіантів організації і розміщення підрозділів системи технічного обслуговування і ремонту лінійної частини магістрального газопроводу;
- оцінка ефективності кожного з розглянутих варіантів;
- вибір оптимального варіанта, що відповідає мінімальному значенню функції мети.

Модель технічного обслуговування і ремонту лінійної частини магістрального газопроводу базується на структурних схемах обслуговування відособленого газопроводу і складної регіональної системи магістрального газопроводу.

Дана модель дозволяє враховувати: нерівномірність розподілу показників безвідмовності по довжині газопроводів; істотне розходження наслідків аварій, що виникають на тих чи інших ділянках магістрального газопроводу; вплив природно-кліматичних і гідрогеологічних умов на трудомісткість робіт з технічного обслуговування і ремонту і розподіл показників ремонтпридатності по трасі; залежність рівня ремонтпридатності від потужності і комплектації ремонтно-експлуатаційних підрозділів технікою і персоналом, обраної технології робіт, прийнятої стратегії і режиму (періодичності) контрольно-відновлювальних заходів.

При розробці моделі обслуговування лінійної частини магістрального газопроводу прийняті наступні допущення:

- ремонтно-відбудовчі роботи проводяться досить рідко і з високою інтенсивністю, що практично виключає можливість їхнього накладення й утворення черги;
- за кожною ділянкою, що обслуговується закріплено один ремонтно-експлуатаційний підрозділ, що виключає можливість взаємодопомоги і залучення додаткових потужностей при експлуатації лінійної частини;
- у силу незалежності функціонування ремонтно-експлуатаційний підрозділ узагальнений показник ефективності системи технічного обслуговування і ремонту лінійної частини магістрального газопроводу (сукупності ремонтно-експлуатаційний підрозділ) є величина адитивна.

Розглянемо систему обслуговування відособленого газопроводу в рамках регіональної мережі магістральних газопроводів.

Середні сумарні питомі витрати в системі технічного обслуговування і ремонту лінійної частини магістрального газопроводу у відповідності з обраним критерієм ефективності, визначаються витратами на створення і утримання ремонтно-експлуатаційного підрозділу, збитками від недопоставок газу споживачам, витратами на контрольно-відновлювальні і профілактичні заходи:

$$\bar{Z}_\Sigma = \bar{Z}_{PEП} + \bar{Z}_{TOP} + \bar{Y}_{Щ} . \quad (1)$$

У рамках запропонованої моделі обслуговування лінійної частини магістрального газопроводу зручно розбити перерахунок показників ефективності по тимчасовій ознаці на одноразові витрати (капітальні вкладення) і поточні витрати:

$$\bar{Z}_\Sigma = \bar{Z}' + E_H \sum_i K_i (X_{PEПi}; Y_{PEПi}) \quad (2)$$

де \bar{Z}' — середні загальні питомі витрати на експлуатацію й обслуговування досліджуваного магістрального газопроводу; $K_i(X_{PEПi}, Y_{PEПi})$ — капітальні витрати на спорудження пунктів базування ремонтно-експлуатаційних підрозділів з координатами $(X_{PEПi}; Y_{PEПi})$, обслуговуючого i -ту ділянку магістрального газопроводу; E_H — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

У силу прийнятих вище припущень, загальні питомі витрати в системі технічного обслуговування і ремонту досліджуваного магістрального газопроводу складаються із середніх питомих витрат \bar{Z}'_{i+1} по обслуговуванню i -тих відособлених ділянок с координатами границь $(x_i; x_{i+1})$:

$$\bar{Z}' = \sum_i \bar{Z}'_i (X_i, X_{i+1}) . \quad (3)$$

Показник \bar{Z}'_{i+1} складним образом залежить від ряду керованих і випадкових факторів, що визначають рівень безвідмовності і ремонтпридатності досліджуваної ділянки магістрального газопроводу, найбільш істотні характеристики траси в заданих границях, виробничі можливості сформульованого ремонтно-експлуатаційний підрозділ, величину наслідків відмовлень, ушкоджень лінійної частини:

$$\bar{Z}'_i (X_i, X_{i+1}) = \int_{X_i}^{X_{i+1}} \frac{d\bar{Z}'_i(X)}{dX} dX \quad (4)$$

де $\bar{Z}'_i(x)$ — функція середніх питомих експлуатаційних витрат від координати в межах досліджуваного i -го ділянки, що обслуговується визначеним ремонтно-експлуатаційний підрозділ про заданими характеристиками.

Таким чином, завдання полягає у визначенні

показника $\frac{d\bar{Z}'_i}{dx}$ з врахуванням усіх його складових

(неоднорідних характеристик), обчислення загального показника ефективності розглянутого варіанта організації системи технічного обслуговування і ремонту, зіставленні альтернативних варіантів і виборі оптимальної структурної схеми обслуговування, що забезпечує мінімальне значення функції мети:

$$\bar{Z}_\Sigma \rightarrow \min . \quad (5)$$

З врахуванням сказаного сформовано показник

$$\begin{aligned} & \frac{d\bar{Z}'_i(x)}{dx} \left[\left[\bar{Z}_{asi}^{ecn} + 2\bar{Z}_{asi}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x) + \bar{Z}_{asi}^{pem} (x) \right] + \right. \\ & + \bar{c}_i(x) \left[T_{asi}^{ecn} + T_{asi}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x) + T_{asi}^{pem} (x) \right] \left. \right] \frac{d\bar{\Pi}_{asi}(x)}{dx} + \\ & + \left[\left[\bar{Z}_{ni}^{ecn} + 2\bar{Z}_{ni}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x) + \bar{Z}_{ni}^{pem} (x) \right] + \right. \\ & + \bar{c}_i(x) \left[T_{ni}^{ecn} + T_{ni}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x) + T_{ni}^{pem} (x) \right] \left. \right] \frac{d\bar{\Pi}_{ni}(x)}{dx} + \\ & + \frac{d\bar{Q}_i(x)}{dx} (x) + \frac{\bar{Z}_{kni}}{\delta_{kn}}; \end{aligned} \quad (6)$$

де \bar{Z}_{asi}^{ecn} — допоміжні середні витрати даного ремонтно-експлуатаційного підрозділу при зборі, підготовці і проведенні аварійно-відновлювальних робіт;

$\bar{Z}_{asi}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x)$ — середні транспортні витрати при проведенні аварійно-відновлювальних робіт на i -ій ділянці ремонтно-експлуатаційного підрозділу, розташованому в пункті як функція x ;

$\bar{Z}_{asi}^{pem} (x)$ — середні витрати на проведення аварійно-відновлювальних робіт на i -ій ділянці лінійної частини;

$\bar{c}_i(x)$ — середній питомий збиток від недолагоді (чи повного, припинення) подачі газу на i -ій ділянці;

T_{asi}^{ecn} — середні тимчасові витрати на допоміжні заходи (збір, підготовка) при на i -ій ділянці;

$T_{asi}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x)$ — середня тривалість транспортування ремонтно-експлуатаційного підрозділу з пункту базування $(X_{PEПi}; Y_{PEПi})$ у точку X i -тої ділянки при аварійно-відновлювальних роботах;

$T_{asi}^{pem} (x)$ — витрати часу на аварійно-відновлювальних робіт на i -ій ділянці;

$\bar{Q}_i(x)$ — середні питомі втрати газу (у вартісному вираженні) на i -ій ділянці;

$\bar{\Pi}_{asi}(x)$ — середня питома інтенсивність усунення аварій на i -ій ділянці у міру їхнього самостійного прояву;

$\bar{\Pi}_{Pi}(x)$ — середня питома інтенсивність ліквідації ушкоджень в міру їхнього виявлення при періодичному контролі (патрулюванні);

\bar{Z}_{kPi} — середні витрати на контрольно-профілактичні заходи в ході патрулювання i -тої ділянки;

δ_{kPi} — періодичність патрулювання (контролю, профілактики) на i -ій ділянці.

Показники \bar{Z}_{ni}^{ecn} ; $\bar{Z}_{ni}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x)$; $\bar{Z}_{ni}^{pem} (x)$; T_{ni}^{ecn} ; $T_{ni}^{mp} (X_{PEПi}; Y_{PEПi}; x)$; $T_{ni}^{pem} (x)$; — аналогічні перерахованим вище при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт з усунення ушкоджень і несправностей (щілини, тріщини, витоку) на лінійній частині магістрального газопроводу. Їх виділення обумовлено істотними розходженнями в технології робіт, потреби в матеріально-технічних ресурсах, обсягах втрат і збитків при позаштатних ситуаціях.

Таким чином, величина питомих експлуатаційних витрат складається з власне експлуатаційних витрат і збитків від втрат і недопоставок газу.

Кожний з перерахованих показників залежить від різних факторів, що визначають умови експлуатації

конкретної ділянки досліджуваної газотранспортної системи.

Величина капітальних витрат на ремонтно-експлуатаційний підрозділ, що базуються в пункті з координатами $(X_{РЕПі}; Y_{РЕПі})$ визначається:

$$K_i(x_{РЕПі}; y_{РЕПі}) = K_{БАЗі} + K_{зани} + K_{Mi} + K_{Pi} \quad (7)$$

де $K_{БАЗі}$; $K_{зани}$; K_{Mi} ; K_{Pi} — капітальні вкладення, відповідно: у будинки і спорудження; матеріально-технічні запаси і ресурси; машини, механізми і технічні засоби; соціально-побутові умови для персоналу ремонтно-експлуатаційного підрозділу.

Оцінка перерахованих показників не представляє складностей і легко виробляється по нормативних чи документах на підставі даних по конкретному ремонтно-експлуатаційному підрозділу.

Характеристики $Z_{аві}^{ВСП}$, $Z_{Pi}^{ВСП}$, $T_{аві}^{ВСП}$, $T_{Pi}^{ВСП}$: залежать від оснащення і комплектації ремонтно-експлуатаційного підрозділу і визначаються непрямым шляхом чи шляхом обробки статистичної інформації про діяльність розглянутого ремонтно-експлуатаційного підрозділу.

Транспортні витрати засобів і часу визначаються складом підрозділів до місця виконання робіт, типом і кількістю транспортних засобів і є функцією плеча візки (координати). Для підрозділу з відомою оснащеністю питомі транспортні витрати $Z_{АВРЕПі}^{ТР}$ — є умовно постійною величиною, оцінюваною окремо для кожного ремонтно-експлуатаційного підрозділу:

Тоді:

$$Z_{АВі}^{ТР}(x_{РЕПі}; y_{РЕПі}; x) = Z_{АВРЕПі}^{ТР} \cdot S(x_{РЕПі}; y_{РЕПі}; x) \quad (8)$$

де $S(x_{РЕПі}; y_{РЕПі}; x)$ — плече возіння як функція координати.

При розгляді регіональної транспортної схеми (у декартових координатах) необхідно враховувати складну структуру дорожньої мережі. Для спрощення задачі в запропонованій моделі сформовані два можливих види транспортної схеми.

При відсутності розвинутої мережі доріг приймається традиційна схема транспортування РЕП по вдовольтрасовим проїздах. В умовах розвинутої дорожньої мережі плече візки враховується як найкоротша відстань до будь-якої точки ЛЧ із поточною координатою X . Іншими словами:

$$S(x_{РЕПі}; y_{РЕПі}; x) = \begin{cases} y_{РЕПі} + |x_{РЕПі} - x|, \\ \sqrt{y_{РЕПі}^2 + (x_{РЕПі} - x)^2} \end{cases} \quad (9)$$

Затратно-часові характеристики ремонтно-відновлювальних заходів $Z_{аві}^{ВСП}$, $Z_{Pi}^{ВСП}$, $T_{аві}^{ВСП}$, $T_{Pi}^{ВСП}$ (показники ремонтпридатності) визначаються умовами виконання тих чи інших робіт, прийнятою технологією технічного обслуговування і ремонту, тривалістю й оснащеністю ремонтно-експлуатаційного підрозділу.

Таким чином, побудована математична модель формування оптимальної схеми розміщення ремонтно-експлуатаційних підрозділів у регіоні обслуговування газопроводів в комплексі з ПСГ в кінцевому рахунку дозволить оптимізувати процес обслуговування газотранспортної системи і підвищити надійність її експлуатації.

Література

1. Грудз В. Я., Тымків Д. Ф., Яковлев Е. И. Обслуживание газотранспортных систем. Киев: УМК ВО, 1991. 160 с.
2. Обслуговування і ремонт газопроводів / В. Я. Грудз, Д. Ф. Тимків, В. Б. Михалків та ін. Івано-Франківськ, Лілея-НВ, 2009. 710 с.
3. Трубопровідний транспорт газу. / М. П. Ковалко, В. Я. Грудз, В. Б. Михалків та ін. К.: Арена ЕКО, 2002. 600 с.
4. Шибнев А. В. Определение потокораспределения и текущего состояния сложных систем газоснабжения ЭИ — Транспорт и хранение и использование газа в народном хозяйстве. М. БНИИЭГАЗпром, 1983. № 1. С. 14–16.

УДК 628.543

Косова Віра Петрівна

асистент кафедри біотехніки та інженерії

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Косова Вера Петровна

ассистент кафедры биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Kosova Vira

Assistant Department of Bioengineering and Biotechnics

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Войцеховський Сергій Олександрович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Войцеховский Сергей Александрович

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Voitsekhovskiy Serhii

Student of Department of Bioengineering and Biotechnics of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ СВІТЛА І ФОТОПЕРІОДУ НА БІОМАСУ CHLORELLA VULGARIS

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА И ФОТОПЕРИОДА НА БИОМАССУ CHLORELLA VULGARIS

INFLUENCE OF THE INTENSITY OF LIGHT AND PHOTOPERIOD ON THE BIOMASS CHLORELLA VULGARIS

Анотація. Досліджено вплив інтенсивності світла і фотоперіоду на біомасу *S. vulgaris*. Розглянуті такі фактори як кількість і якість світла та опромінення за допомогою холодних флуоресцентних ламп білого кольору.

Ключові слова: фотосинтез, інтенсивність світла, фітопланктон, анаболічні і катаболічні явища, біомаса.

Аннотация. Исследовано влияние интенсивности света и фотопериода на биомассу *S. vulgaris*. Рассмотрены такие факторы как количество и качество света и облучения с помощью холодных флуоресцентных ламп белого цвета.

Ключевые слова: фотосинтез, интенсивность света, фитопланктон, анаболические и катаболические явления, биомасса.

Summary. The effect of light intensity and photoperiod on *S. vulgaris* biomass has been investigated. Factors such as light quantity and quality and irradiation with cold white fluorescent lamps are considered.

Key words: photosynthesis, light intensity, phytoplankton, anabolic and catabolic phenomena, biomass.

Одним з основних факторів, які впливають на фізіологію і кінетику зростання хлорели є світлові умови [1]. Кількість і якість світла визначають кількість енергії, доступної для фотосинтезуючих організмів, для проведення їх метаболічних процесів. Численні дослідження з мікроводоростями різних груп свідчать про те, що пігменти, ненасичені жирні кислоти, вуглеводи і вміст білка змінюються у відповідь на збільшення або зменшення інтенсивності світла. Варіації в світло-темному режимі накладають зміни клітинного змісту білків, вуглеводів і ліпідів. [1] У роботі було досліджено вплив інтенсивності світла і фотоперіоду на біомасу *C. vulgaris*. Опромінення здійснювалася за допомогою холодних флуоресцентних ламп білого кольору.

Інтенсивності світла (37,5, 62,5 і 100 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) і цикли світла / темряви (8:16, 12:12 та 16:8 годин) у вигляді окремих параметрів і їх взаємодії значно вплинули на біомасу *C. vulgaris* в кінці експоненційної фази росту (Рис. 1) [1]. Більш тривалий вплив світла приводив до збільшення біомаси *C. vulgaris* (Рис. 2). Однак інтенсивність світла надавала різний вплив на біомасу; збільшення інтенсивності світла від 37,5 до 62,5 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ призвело до збільшення біомаси, але при 100 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ біомаса зменшилася. Максимальна біомаса $2,05 \pm 0,1 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ спостерігалася при інтенсивності 62,5 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ та 16:8 годин, а мінімальна біомаса $0,6\text{--}0,07 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ досягалась при 37,5 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ інтенсивності і 8:16 годин [1].

Одне дослідження показало, що зростання фітопланктону залежить від загальної кількості світла в день, а в інших дослідженнях встановлено, що в залежності від виду фітопланктону зростання може контролюватися тільки фотоперіодом [2–3]. Результати у [1] роботі на фотоперіоді показали, що збільшення тривалості світла з 8:16 до 16:8 годин зробило сприятливий вплив на виробництво

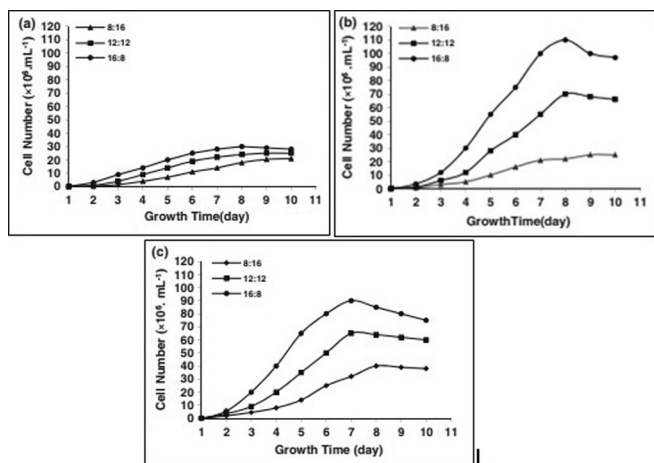


Рис. 1. Зміни концентрації клітин *C. vulgaris*, вирощених в трьох фотоперіодах (8L:16D, 12L:12D, 16L:8D) і інтенсивності світла ((a) — 37,5 мкмоль $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, (b) — 62,5 мкмоль $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, (c) — 100 мкмоль $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) [1]

біомаси. Дійсно, режим світло/темрява дозволяє або збільшити кінцеву концентрацію, або знизити витрати виробництва. Необхідність темної фази пояснювалася тим, що фотосинтез регулюється двома реакціями: фотохімічною фазою, що залежить від світла, і іншою — біохімічною темною фазою, яка не залежить від світла

З'єднання, які виробляються у фазі, залежать від світла (АТФ, НАДФН), використовуються в темній фазі для синтезу метаболічних молекул, необхідних для росту. Крім того, у [4] роботі повідомили, що деякі ферменти циклу пентози фотосинтезу і фіксації CO_2 неактивні під час опромінення. Згідно з тією ж [4] роботою, спорідненість карбоксидзіматизи до CO_2 різко зменшується в темряві, коли рН знижується. Його активність може бути повністю заблокована. Ця інактивація блокує поглинання рибулоза 1,5-дифосфата, таке як повне поглинання, може перешкоджати відновленню фотосинтезу на світлі. Темна фаза залишається необхідною, як мінімум, для регенерації кофакторів (NAD^+ , NADP^+), необхідних для фази І фотосинтезу.

З 15/9 циклом фотоперіоду, використовуючи серію фотографій, зроблених в кожну годину дня, [4] показав, що поділ клітин відбувається в умовах недостатнього освітлення для багатьох одноклітинних *Chlorophyceae*. Розподіл клітин відбувається в темній фазі, а також в освітленій фазі. Якщо рівновага клітин, яку дає мітоз, можлива при темних і освітлених умовах, розподіл клітин відбувається частіше після переривання освітленої фази. Тому краще використовувати фотоперіод з тривалістю світла від 12 до 15 годин, щоб забезпечити рівновагу, яка встановлюється між анаболічними і катаболічними явищами протягом циклу фотоперіоду. Крім того, для промислового застосування та обліку співвідношення витрат енергії і відповідних виробництв біомаси тривалість освітлення протягом 12–15 годин для освітленої фази зазвичай вважається оптимальною для росту водоростей [4].

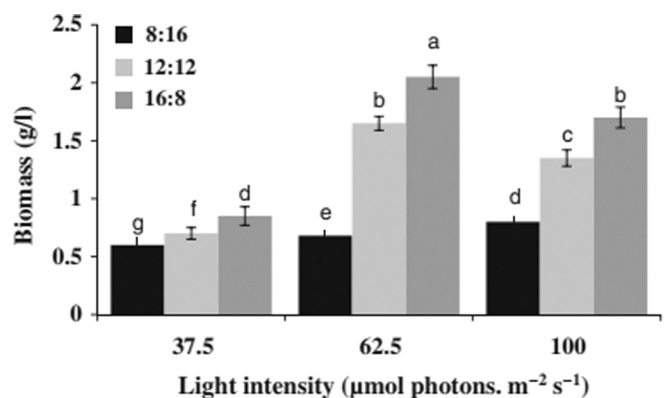


Рис. 2. Біомаса *C. vulgaris* на трьох фотоперіодах (8:16, 12:12 та 16:8 годин світло/темрява) і інтенсивності світла (37,5, 62,5 і 100 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) [1]

Виробництво біомаси в багатьох мікрowodоростей збільшувалася в умовах високої освітленості, що є очікуваною відповіддю на високе світло, що зазвичай призводить до збільшення відтворення до тих пір, поки не буде спостерігатися інтенсивність точки насичення, і після цього спостерігалася фотоінгібування, що обмежує подальше виробництво біомаси. Цей ефект викликаний реакцією фотоокислення всередині клітини, оскільки надмірне світло не може бути поглинене фотосинтетичним апаратом [1].

Освітлення складається з двох предметів: інтенсивності та довжини хвилі світла. Найважливіші дані свідчать про те, що світло діє як орієнтир і допомагає впливати на проліферацію клітин і допомагає клітинному диханню і фотосинтезу. Під час ендотермічних реакцій для вуглецевого обміну потрібна енергія, і ця енергія подається світлом. Світло є основним фактором в процесі фотосинтезу для перетворення діоксиду вуглецю в органічні сполуки, такі як вуглеводи і білки, в яких виділяються вода і кисень. Якщо зростання мікрowodоростей здійснюється при обмеженні світла, клітинні механізми прогресують з утворенням вуглецю у амінокислоти і інші важливі сполуки для клітин, але в насиченому освітленні збільшується виробництво цукру і крохмалю, а максимальна швидкість росту стабілізується. Тим не менш, деякі результати свідчать про неконкурентну стратегію освітлення, оскільки темпи зростання залишаються високими, а витрати виробництва зменшуються. Це пов'язано з тим, що поділ клітин для одноклітинної фотосинтетичної культури зазвичай відбувається в умовах недостатнього освітлення. Однак для інших випадків поділ клітин відбувається як в темній, так і в світових фазах, але для мікроорганізмів *vulgaris* відбувається більший поділ клітин після зупинки фази освітлення.

В роботі [5], було досліджено залежність біомаси від інтенсивності світла. На рис. 1.6 показано зміна концентрації біомаси і змісту Chl *a*, коли концентрація KNO_3 і концентрація поглинаемого CO_2 контролювалися на рівні 1,0 мМ і 1,0% відповідно.

Зростання клітин збільшувалося зі збільшенням інтенсивності світла.

Як показано на рис. 1.2.3(a), тільки 0,37 г/л було отримано при інтенсивності 24 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, що може бути пов'язано з обмеженням світла. Зі збільшенням інтенсивності світла до 60 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ клітини безперервно росли і на стаціонарній стадії збирали 0,75 г/л *C. vulgaris*.

Однак при подальшому збільшенні інтенсивності світла до 120 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ концентрація клітин дещо збільшилася на початковій стадії культивування, після чого була досягнута набагато нижча рівноважна концентрація біомаси 0,63 г/л у порівнянні з такою при 60 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ [5]. Зменшення концентрації біомаси при 120 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ може бути пов'язано з фотоінгібуванням.

Вплив інтенсивності світла на вміст Chl *a* відповідало змісту біомаси. Як показано на рис. 1.2.3 (b), максимальний вміст Chl *a* збільшується з інтенсивністю світла близько 24, 120 і 60 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Світло може призводити до змін pH, Mg^{2+} і NADPH в стромі, що буде модулювати активність ключових ферментів в процесі синтезу жирних кислот. Вплив інтенсивності світла на виробництво ліпідів було знайдено відповідно до впливом на виробництво біомаси. Інтенсивність світла в 60 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ може сприяти позитивним змінам pH, Mg^{2+} і NADPH, а потім опосередковано посилювати активність ключових ферментів, в той час, як обмеження світла, так і ослаблення світла можуть знизити активність ферменту. Таким чином, для *C. vulgaris*, культивованих під 60 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, було отримано не тільки найвищий вміст ліпідів в 20,0%, а й найбільша концентрація біомаси 0,75 г/л, тоді як клітини, культивовані під 24 і 120 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, мали вміст ліпідів відповідно 14,1% і 11,0%. Таким чином, максимальна продуктивність ліпідів $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ була отримана при 60 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, що було приблизно в 2 рази більше, ніж при 120 мкмоль фотонів $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ [5].

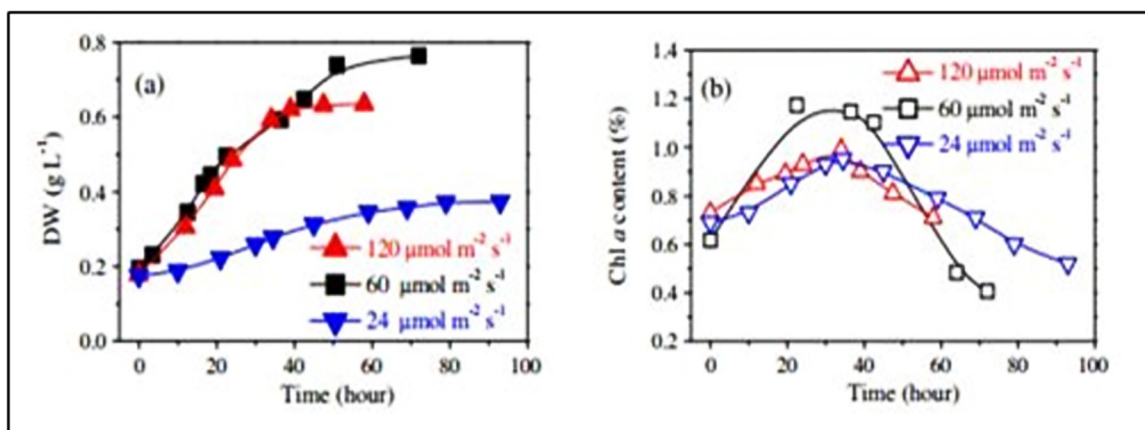


Рис. 3. Вплив опромінення на концентрацію біомаси (a) і Chl *a* зміст *Chlorella vulgaris* (b). (Концентрація KNO_3 , 1,0 мМ; вихідний газ, 1,0% CO_2 ; швидкість газу $1,2 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$; безперервне освітлення; температура 25°C) [5]

У природі режим світла переривчастий, і інтенсивність змінюється щодня. Таким чином, зміни в кількості світла призводять до відмінностей в біо-

масі та біохімічному складі, а мікроводорості проявляють різну адаптацію до різних умов.

Література

1. Khoeyi Z. A., Seyfabadi J., Ramezanpour Z. Effect of light intensity and photo period on biomass and fatty acid composition of the microalgae, *Chlorella vulgaris* // *Aquacult. Int.* 2012. № 20. С. 41–49.
2. Tzovenis I., Pauw N. D., Sorgeloos P. Effect of different light regimes on the docosahexaenoic acid (DHA) content of *Isochrysis aff. Galbana* (clone T ISO) // *Aquac. Int.* 1997. № 5. С. 489–507.
3. Sanchez Saavedra M. P., Voltolina D. Effect of photon fluence rates of white and blue-green light on growth efficiency and pigment content of three diatom species in batch cultures // *Cienc. Mar.* 2002. № 28. С. 273–279.
4. Bouterfas R., Belkoura M., Dauta A. The effects of irradiance and photoperiod on the growth rate of three freshwater green algae isolated from a eutrophic lake // *Limnologia*. 2006. № 25. С. 647–656.
5. Lv J. M., Cheng L. H., Xu X. H., Zhang L., Chen H. L. Enhanced lipid production of *Chlorella vulgaris* by adjustment of cultivation conditions // *Bioresour. Technol.* 2010. № 101. С. 6797–6804.

Мельник Віталій Дмитрович

здобувач кафедри інженерії програмного забезпечення

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Мельник Виталий Дмитриевич

соискатель кафедры инженерии программного обеспечения

Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа

Melnyk Vitalii

External PhD Student of Software Engineering Department of

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

СТРУКТУРИЗАЦІЯ ТЬЮТОРНИХ СКЛАДОВИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ТЬЮТОРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ УЧЕБНЫХ СИСТЕМ

STRUCTURIZATION OF TUTORIAL COMPONENTS OF EDUCATIONAL SYSTEMS

Анотація. Представлений у даному дослідженні аналіз концепцій застосування експертних систем у навчальному процесі дозволив виділити ідею застосування та очікувану функціональність компонента віртуального тьютора, який дозволяє організацію спілкування з студентом у формі діалогу, в ході якого система визначає внутрішню структуру досліджуваної навчальної задачі та дозволяє вибрати відповідну техніку штучного інтелекту за допомогою якої дану навчальну задачу можна вирішити найбільш простим та ефективним способом. Проектоване рішення включатиме в себе також підсистему пояснень, що дозволить підвищити загальну ефективність та адаптивність проекрованої системи.

Ключові слова: експертна система, навчальна система, віртуальний тьютор, знання, база знань, предметна область, штучний інтелект.

Аннотация. Представленный в данном исследовании анализ концепций применения экспертных систем в учебном процессе позволил выделить идею применения и ожидаемую функциональность компонента виртуального тьютора, который делает возможным организацию общения со студентом в форме диалога, в ходе которого система определяет внутреннюю структуру исследуемой учебной задачи и позволяет выбрать подходящую технику искусственного интеллекта, с помощью которой эту учебную задачу можно решить наиболее простым и эффективным способом. Проектируемое решение включает в себя также подсистему объяснений, что позволяет повысить общую эффективность и адаптивность проектируемой системы.

Ключевые слова: экспертная система, обучающая система, виртуальный тьютор, знания, база знаний, предметная область, искусственный интеллект.

Summary. Represented in this research analysis of the concepts of expert systems application in the learning process allowed to select the main idea of the application and expected component's functionality of the virtual tutor, which makes possible the process of the discussion with the student in dialogs form, during which the system determines the internal structure of the studied educational problem and allows to select the appropriate techniques of artificial intelligence by which this learning task can be solved in the most effective way. Projected solution also includes an explanation subsystem that will enhance the overall effectiveness and adaptability of the designed system.

Key words: expert system, tutoring system, virtual tutor, knowledges, knowledgebase, subject domain, artificial intelligence.

Вступ. Автоматизована експертна навчальна система вважається розподіленою якщо механізм її функціонування базується на основі мережевих засобів та методів і реалізація навчального процесу та взаємодія з об'єктом навчання здійснюється на основі апаратних та програмних засобів комп'ютерної мережі. Більшість новітніх систем автоматизованого навчання які відносяться до класу дистанційних систем та передбачають віддалений доступ не відносяться до даного класу, оскільки орієнтовані на надання доступу до ресурсів для віддалених користувачів без використання обчислювальних можливостей мережі. Таким чином, основною характеристикою є використання обчислювальних можливостей мережі для вирішення задач об'єктів навчання та обміну даними між ними [1–5].

Крім функціональності на архітектуру систем впливають також вимоги щодо необхідності організації ефективного використання обчислювальних можливостей мережі, а саме підтримки доступу до розподілених даних; необхідність уніфікації та організації спільної роботи гетерогенних програмних засобів, що забезпечують розподіл та обслуговування навчальних проблем.

Необхідним є використання засобів контролю процесу навчання, що дозволяють створювати та використовувати стратегії навчання і вибирати оптимальну стратегію навчання відповідно до поточної моделі об'єкта навчання. Ефективність застосування навчальних стратегій залежатиме також від наявності процедур визначення рівня знань об'єктів навчання, а також адаптації системи до поточного рівня знань об'єкту навчання. Ефективними реалізаціями є предметно незалежні реалізації, які можуть бути наповнені прикладними знаннями виділеної предметної області і відповідно реалізовувати навчальний процес орієнтований на дану предметну область. Крім того необхідним є забезпечення віддаленого доступу об'єктів навчання до системного середовища шляхом використання системи «логін-пароль», створення та ведення системи профілів користувачів та подальшої їх ідентифікації та перевірки (верифікації) на всіх етапах роботи з системою. Відповідно до профілів користувачів та їх моделей, як об'єктів навчання система виконує розділення доступу до наявних ресурсів навчального контенту представлених у формі баз даних контенту, баз знань контенту та сховищ контенту.

Описані властивості дозволяють розглядати таку систему як систему з відкритою архітектурою з наявними можливостями налаштування, реконфігурації та розширення, а саме шляхом підключення нових баз даних, баз знань та модулів інференції. Важливим є також така функціональність з точки зору динаміки, циклу навчального процесу, що полягає в імплементації доступних форм організації навчання та їх адаптації до початкового рівня знань об'єктів навчання, поточного рівня знань, вимог щодо підсумкового контролю знань і підсумкового

рівня знань. Ефективне використання обчислювальних можливостей мережі дозволяє створювати на основі базового класу також змішані та гібридні веб-орієнтовані навчальні системи, наприклад з використанням експертних тьюторних модулів та інтеграцією з існуючими системами та платформами дистанційного навчання.

Метою даного дослідження є розробка ефективної структури впровадження тьюторного Веб-базованого рішення на базі платформи існуючої експертної навчальної системи.

Основна частина. Ефективним засобом імплементації знань студента в навчальну систему (розширення бази знань системи, що навчає) в процесі навчання є концепція віртуального тьютора [6].

Основне завдання віртуального тьютора — робота у веб-базованій навчальній системі як засобу вирішення проблеми підтримки навчання. Конкретним варіантом задачі для віртуального тьютора служить відповідне завдання, яке необхідно вирішити виходячи зі спеціальної постановки проблеми з використанням відповідної техніки штучного інтелекту. З цієї метою віртуальний тьютор націлено ставить запитання про вид постановки проблеми і є в стані надати довідкову інформацію про конкретний стан речей, чому система задає конкретне запитання користувачу і який вплив матиме відповідь на результат.

Залежно від достатньої кількості інформації про постановку проблеми, яку одержано від користувача, залежить вибір системою тієї технології (методики) штучного інтелекту, яка якомога найкраще підходить для вирішення запропонованої проблеми.

При цьому для реалізації віртуального тьютора вибирають наступні варіанти технологій штучного інтелекту: експертні системи; фазі логіки; нейронні мережі; фазі-нейронні мережі.

Реалізована таким чином система в змозі обґрунтувати рішення для конкретної технології. Крім цього, віртуальний тьютор пропонує можливість забезпечувати подібні передумови та пояснення з посиланням на бібліотеку довідкової системи. У якості бібліотеки довідкової системи працюють знання, що будуть опрацьовані в досліджуваній предметній області. Це знання представляється у вигляді сторінок «HTML».

Віртуальний тьютор представляє собою пізнавальний інструмент. Під пізнавальним інструментом в широкому значенні слід вважати технологію, що підтримує людські думки, вирішення проблем та процес навчання.

Разом з тим, віртуальний тьютор представлений пізнавальним інструментом, має необхідне застосування у вищій школі. Для повного використання переваги, що пропонує система програмного забезпечення у якості пізнавального інструмента, увага повинна бути акцентована на тому, щоб студентам була запропонована можливість усесторонньої взаємодії із системою.

Через взаємодію електронних допоміжних засобів навчання з використанням діалогу «запитання — відповідь» зростає користь для студентів по відношенню до використання простих застарілих допоміжних засобів навчання, в формі друкованих листів.

Через використання віртуального тьютора студенти зможуть орієнтуватися в проблемно-орієнтованій предметній області. Для цього студенти отримують можливість самостійно використовувати веб-базовану систему та на її основі акумулювати експертний досвід.

Використання віртуального тьютора передбачається в експертній навчальній системі, що робить можливим її застосування без процесів інсталяції. Для повного використання переваг експертної навчальної системи може бути також використана реалізація процесу у вигляді веб-орієнтованого додатку.

Крім цього віртуальний тьютор пропонує можливість користуватися предметними покажчиками з бази знань предметної області. З однієї сторони знання (база знань) представлена у вигляді бібліотеки довідкової системи віртуального тьютора, а з іншої — як основа для імплементації віртуального тьютора у вигляді знання базованої системи.

В подальшому при імплементації віртуального тьютора слід звернути увагу, що це необхідно реалізовувати по модульно. За цієї умови може досягатися адаптивність цієї системи до іншої предметної області (ПО). Модульна імплементація полегшить подальшу здатність розширення та налагодження системи. При реалізації віртуального тьютора слід враховувати наступні вимоги:

- віртуальний тьютор повинен мати можливість обґрунтування питань, що генеруються системою;
- віртуальний тьютор повинен вміти пояснювати результати своїх рішень;
- віртуальний тьютор в межах наведених пояснень та трактувань повинен вміти посилатись на відповідний розділ ПО;
- робити можливим доступ до бібліотеки довідкової системи та здійснювати процеси дослідження у відповідному об'єктно-орієнтованому додатку;
- здійснювати процеси комунікації в режимі діалогу «питання—відповідь» (для цього слід передбачити імплементацію користувацького інтерфейсу);
- віртуальний тьютор необхідно реалізувати таким чином, щоб система могла бути адаптованою для інших ПО;
- в подальшому передбачити можливість розширення системи.

Що стосується структури експертної навчальної системи, яка представлена віртуальним тьютором, то вона повинна при її першій тестовій імплементації підтримувати (обґрунтовувати) рішення студента. Важливим моментом є те, яку технологію штучного інтелекту використати для постановки проекту рішення. Для вирішення цієї задачі віртуальний тьютор повинен використовувати 3 різні види знань:

- знання про постановку задачі (тут віртуальний тьютор потребує знань про види постановки задачі, які повинні бути вирішені технологіями штучного інтелекту). Це знання отримує система під час діалогу «питання—відповідь» із студентом, де сама система ставить запитання до чітко визначених даних конкретної задачі;
- пояснення знань: мова йде про знання, що допоможуть пояснити наведені кроки та результати роботи. За допомоги цих знань є можливість поглибити розуміння теорії, що лежить в їх основі;
- знання предметної області: ці знання акумульовані на правилах бази знань. За допомоги цих знань відбувається власне їх обробка всередині віртуального тьютора. Знання (дані) про досліджувану ПО визначають вибір питання у діалозі «питання—відповідь» аж до визначення запропонованого результату.

Базуючись на відповідях студента в процесі діалогу «питання—відповідь» віртуальний тьютор формує внутрішню картину постановки проблеми. Внутрішня картина постановки проблеми визначається такими атрибутами: модульність, можливість розширення, математична модель, інтерфейс тощо.

Навчальна експертна система віртуального тьютора працює таким чином: діалог із студентом про постановку задачі; визначення внутрішньої формальної структури постановки задачі; вибір найбільш застосовної технології штучного інтелекту.

Опрацювання знань відбувається в три етапи: експертний діалог зі студентом (групою студентів), формування внутрішньої структури постановки задачі (побудова моделі в певному шаблоні) та генерація кінцевого результату.

Висновки. Запропонована концепція застосування віртуального тьютора, що базується на методах експертної системи, дозволить надавати студенту експертну допомогу при виборі відповідної техніки штучного інтелекту, яка, в свою чергу, буде використана для рішення відповідної навчальної проблеми, що забезпечується інтерактивною діалог-базованою конструкцією тьютора.

Функціональність тьютора дозволяє для виділеної навчальної проблеми формувати її рішення як послідовність відповідних технік. Особливістю віртуального тьютора є те, що він дозволяє значно підсилувати отримуваний навчальний ефект шляхом застосування експертного методу виведення текстів пояснень до кожного з кроків логічного висновку, який здійснила система. Реалізація такого тьютора у вигляді технології «Java-applets» дозволить отримати просте мережево-орієнтоване рішення. Крім того, такий спосіб реалізації рішення дозволяє представлення текстів пояснень у вигляді окремої бібліотеки текстів пояснень у формі «html- сторінок», що також орієнтує проектоване рішення на перспективу подальшого розширення.

Подальші дослідження цієї тематики будуть орієнтовані на ефективну реалізацію тьюторної системи та її наповнення реальним контентом.

Література

1. Giarratano J. C. Expert systems: principles and programming / G. Riley. Boston: PWS Publishing Co., 1998. P. 597.
2. Berliner D. C. In pursuit of the expert pedagogue / Educational Researcher, Aug. — Sep. 1986, Vol. 15. PP. 5–13.
3. Yazdani M. Expert tutoring systems / Expert Systems 5.4. 1988. PP. 270–272.
4. Polson M. C. Foundations of Intelligent Tutoring Systems. Psychology Press / J. J. Richardson. London. 2013. P. 28.
5. Authoring intelligent tutoring systems: An analysis of the state of the art [електронний ресурс]: International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED) / T. Murray. No.10. 1999. PP. 98–129. URL: <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00197339/document>
6. Contreras W. F. An intelligent tutoring system for a virtual e-learning center [електронний ресурс]: Current Developments in Technology-Assisted Education / E. G. Galindo, E. M. Caballero1, G. M. Caballero. FORMATEXX. 2006. PP. 768–772. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.112.5160&rep=rep1&type=pdf>

УДК 537.52

Мельник Вікторія Миколаївна

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри біотехніки та інженерії

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Мельник Виктория Николаевна

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Mel'nick Victoria

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-3-5669

ВИКОРИСТАННЯ У СВІЧЦІ ЗАПАЛЮВАННЯ НАСАДКИ У ФОРМІ «ПСЕВДОСФЕРА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СВЕЧЕ ЗАЖИГАНИЯ НАСАДКИ В ФОРМЕ «ПСЕВДОСФЕРА»

USE IN CANDLE IGNITION IN THE FORM «PSEUDOSPHERE»

Анотація. Аналізується природа зростання іскрового проміжку в робочому об'ємі центрального електрода свічки запалювання. Вивчається можливість скасування обмежень на величину робочого об'єму камери згоряння свічки запалювання, запобігання передчасному електрохімічному руйнуванню поверхні електрода, а також задачі ліквідації загрози детонації, створення потужного променя електричного розряду та наявного теплового випромінювання.

Ключові слова: електричний розряд, центральний електрод, базова ось, псевдосфера, потужний промінь, площина меридіану.

Аннотация. Анализируется природа роста искрового расстояния в рабочем объеме центрального электрода свечи зажигания. Изучается возможность отмены ограничений на величину рабочего объема камеры сгорания свечи зажигания, предотвращения преждевременного электрохимического разрушения поверхности электрода, а также задачи ликвидации угрозы детонации, создание мощного луча электрического разряда и имеющегося теплового излучения.

Ключевые слова: электрический разряд, центральный электрод, базовая ось, псевдосфера, мощный луч, плоскость меридиана.

Summary. The nature of the spark gap growth in the working volume of the central spark plug electrode is analyzed. The possibility of lifting restrictions on the working volume of the combustion chamber of the spark plug is being studied, preventing premature electrochemical destruction of the electrode surface, as well as the task of eliminating the threat of detonation, creating a powerful beam of electric discharge and available thermal radiation.

Key words: electrical discharge, central electrode, base axis, pseudosphere, powerful beam, meridian plane.

Пропонуємо технічне рішення належить до машинобудування, а саме до електрообладнання двигунів внутрішнього згорання, зокрема, до свічок запалювання, призначених для запалювання робочої суміші двигунів.

Відома свічка запалювання, яка містить корпус з боковим електродом, установлений в його центральному отворі ізолятор з центральним електродом, торець якого утворює з боковим електродом іскровий проміжок, і з'єднана з корпусом насадку, яка має внутрішню розширену назовні конусну поверхню, а також канал для бокового електрода, насадка закріплена в центральному отворі корпуса, а боковий електрод розташований зовні насадки, причому кінець бокового електрода, який утворює іскровий проміжок, розташований над насадкою, яка містить вентиляційні отвори [1].

Під час такту стиску виникає ущільнення робочої суміші, що слугує підвищенню тиску і температури. При подачі високовольтної напруги на центральний електрод, починається іонізація іскрового проміжку. В певний момент часу настає пробій іскрового проміжку.

Струм розряду іскри має високу температуру, що призводить до утворення плазменної кульки і займання робочої суміші. Незважаючи на присутність газового вихоря, потужне поле конусної насадки захищає від розповсюдження полум'я в камері згорання. Горіння розвивається тільки у внутрішній порожнині свічки запалювання.

По завершенні такту стискання, свічка запалювання вистрілює накопиченою тепловою енергією у вигляді потужного розширеного плазменного факела. При досягненні факелом центру камери згорання, горіння розповсюджується симетрично і досить швидко.

Недоліком цього технічного рішення постає асиметричне горіння суміші, до того ж, на надмірно подовженій траєкторії, причому, при іскровому розряді значна доля енергії витрачається на випромінювання і утворення ударної хвилі. Дана конструкція свічки запалювання не дозволяє ефективно використовувати енергію іскрового розряду, внаслідок розсіювання її в об'ємі камери згорання двигуна. Вказаний недолік знижує енергетичний потенціал свічки запалювання в розумінні швидкого і якісного займання робочої суміші, що, в свою чергу, не дозволяє створити надійну займистість робочої суміші в камері згорання.

Відома також свічка запалювання, яка містить корпус з боковим електродом, встановлений у його центральному отворі ізолятор з центральним електродом, торець якого утворює з боковим електродом іскровий проміжок [2].

Свічка запалювання повинна гарантувати займистість робочої суміші в циліндрах двигуна при подачі на неї високої напруги. Розміщення свічки запалювання в головці блоку циліндрів і частково

в камері згорання створює надзвичайно напружені умови її роботи.

Недолік цього технічного рішення полягає у наявній лише поодинокій подовженій лінії електричного розряду, жорстких вимогах до обмежень величини робочого об'єму свічки запалювання, недостатній ефективності займистості робочої суміші при порушенні цієї вимоги і, крім того, у потребі використання електричних струмів підвищеного рівня, що підводиться до свічки запалювання, а також обмеження поверхні електричного розряду, що призводить до зниження потужності двигуна і до збільшення рівня шкідливих викидів в навколишнє середовище та виникнення передчасного електрохімічного руйнування поверхні електрода.

В основу пропонуемого технічного рішення поставлені задачі скасування обмежень на величину робочого об'єму камери згорання свічки запалювання, зростання іскрового проміжку, що збільшить потужність двигуна і зменшить рівень шкідливих викидів в навколишнє середовище, запобігання передчасному електрохімічному руйнуванню поверхні електрода, а також задачі ліквідації загрози детонації, створення потужного променя електричного розряду та наявного теплового випромінювання.

Пропонуєма свічка запалювання «Псевдосфера» містить корпус з боковим електродом, встановлений у його центральному отворі ізолятор з центральним електродом, торець якого утворює з боковим електродом іскровий проміжок.

Технічний результат від використання свічки запалювання «Псевдосфера» забезпечується тим, що нижній торець центрального електрода обладнаний насадкою у формі псевдосфери, базова ось якої співвісна з подовжньою оссю центрального електрода.

Нижній торець центрального електрода обладнаний насадкою у формі псевдосфери з двома отворами на протилежних кінцях своєї базової осі, співвісною з подовжньою оссю центрального електрода, коловий отвір широкою верхньої частини псевдосфери охоплює кінець торця центрального електрода, а другий, протилежний отвір звуженої частини псевдосфери, напрямлений в бік робочої поверхні нижньої частини бокового електрода, що дозволяє в камері згорання скасувати обмеження на величину робочого об'єму камери згорання, збільшити займистість робочої суміші, що підвищить потужність двигуна і зменшить рівень шкідливих викидів в навколишнє середовище, запобігти передчасному електрохімічному руйнуванню поверхні електрода, ліквідувати загрозу детонації, створити потужний промінь електричного розряду та наявного теплового випромінювання.

Опис конструкції

На рис. 1 зображена свічка запалювання «Псевдосфера» в подовжньому перерізі; на рис. 2 показаний поперечний переріз нижнього торця з насадкою центрального електрода (збільшено); на рис. 3. по-

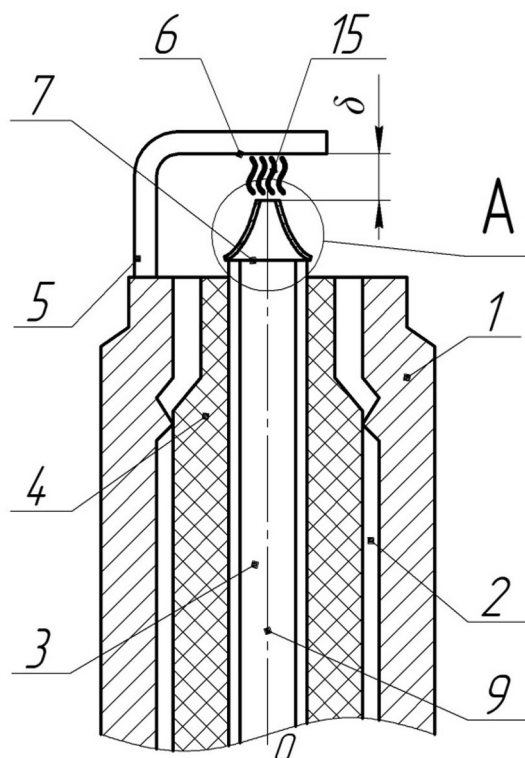


Рис. 1

казаний механізм формування потужного променя електричного розряду.

Заявлена свічка запалювання «Псевдосфера» використовується для займистості робочої суміші

в камері згоряння циліндрів двигуна і містить корпус 1 з порожниною 2, в якій розміщений центральний електрод 3, екранований від корпусу ізолятором 4 (рис. 1). До зовнішньої поверхні корпусу 1 приварено боковий електрод 5. Робоча поверхня 6 нижньої частини бокового електроду 5 утворює іскровий проміжок 8 з нижнім торцем 7 центрального електроду 3.

Нижній торець 7 центрального електроду 3 обладнаний насадкою 8 у формі псевдосфери з двома отворами на протилежних кінцях своєї базової осі O_1O_2 , співвісною з поздовжньою оссю центрального електроду 9, коловий отвір радіусом R шириної 10 верхньої частини псевдосфери 8 охоплює кінець нижнього торця 7 центрального електроду 3, а другий, протилежний отвір радіусом r звуженої 11 частини псевдосфери 8, напрямлений в бік робочої поверхні 6 нижньої частини бокового електроду 5 (рис. 2).

Робота заявляємої свічки запалювання «Псевдосфера» здійснюється наступним чином.

При заповненні робочою сумішшю камери згоряння двигуна під час такту стиску, імпульс високої напруги подається на центральний електрод 3, де на його нижньому торці 7 формується збільшена поверхня електричного розряду 12 (рис. 2). Псевдосфера 8 — поверхня, яка утворена обертанням трактиси навколо її базової осі O_1O_2 і являється поверхнею сталої від'ємної гауссової кривизни, яка являє собою геометричне місце точок, відстань яких до базової осі O_1O_2 псевдосфери 8 вздовж дотичної 13 залишається однаковою. На відміну від класичної сфери, коли

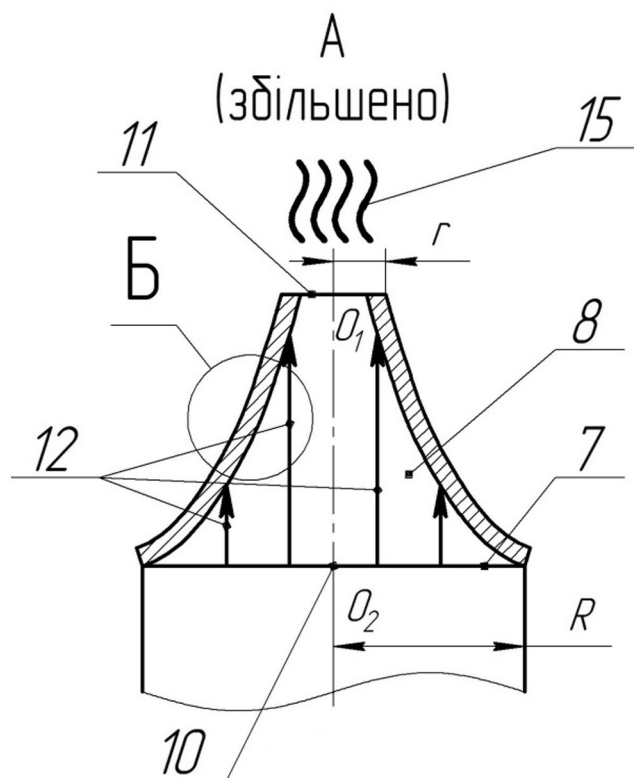


Рис. 2

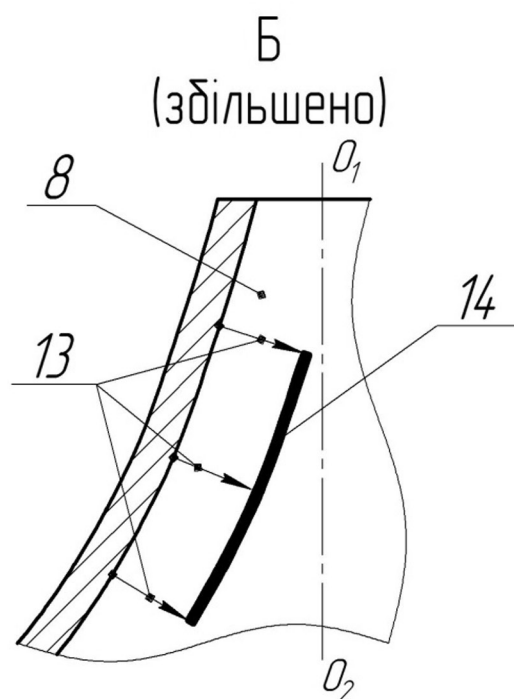


Рис. 3

незмінною залишається відстань від точок поверхні вздовж внутрішньої нормалі і перетинається в одній точці, центру сфери, іменується радіусом сфери. Нарешті, на відміну від класичної сфери, в псевдосфері 8 залишається незмінною відстань по дотичній 13 до точки внутрішньої поверхні базової осі O_1O_2 і ці дотичні 13 перетинають базову ось O_1O_2 (рис. 2, рис. 3), залишаючись однаковими за величиною. Іншими словами, в псевдосфері 8, на відміну від класичної сфери, центром постає не точка перетину нормалей, а сукупність точок перетину однакових для всієї поверхні псевдосфери 8 дотичних 13 з базовою оссю O_1O_2 (рис. 3). Іншими словами, можна сказати, що центр класичної сфери витягується в одну лінію у вигляді базової осі O_1O_2 псевдосфери 8.

Таким чином, електричні розряди і теплове випромінювання при займистості палива в камері згоряння, падаючи в обраній площині меридіану на внутрішню поверхню псевдосфери 8, будуть відбиватися і сягати базової осі O_1O_2 на однаково рівних відстанях. Надалі вони прямують до базової осі O_1O_2 , перетинаючи її на рівній для всіх точок відстані базової осі O_1O_2 . Усі відбиті промені починають інтегруватися на базовій осі O_1O_2 з дотичними всіх інших меридіальних площин 14 (рис. 3) псевдосфери 8. Їх сума значно посилить складові електричного розряду і сформує вже узагальнений розряд у вигляді потужного променя 15 (рис. 2) в напрямку до

робочої поверхні бокового електроду 5 через протилежний отвір звуженої 11 частини псевдосфери 8, що надходить до камери згоряння. В робочій камері настає процес інтенсивного стовідсоткового якісного згоряння палива під дією потужного променя 15.

Крім того, в робочому об'ємі камері згоряння створюються реальні умови для скасування жорстких вимог обмеження на величину робочого об'єму камери згоряння, збільшення займистості робочої суміші, що підвищить потужність двигуна і, разом з тим, зменшить рівень шкідливих викидів в навколишнє середовище, запобігання передчасного електрохімічного руйнування поверхні електроду, ліквідування загрози детонації, створення потужного променя електричного розряду та наявного теплового випромінювання.

Висновки. Таким чином, використання пропонуємої свічки запалювання «Псевдосфера» дозволить, за допомогою нових властивостей, скасувати жорсткі вимоги обмеження на величину робочого об'єму свічки запалювання, підвищити займистість робочої суміші, що дозволить збільшити потужність двигуна при незмінних рівних умовах і зменшити рівень шкідливих викидів в навколишнє середовище, запобігти передчасному електрохімічному руйнуванню поверхні електроду, ліквідувати загрозу детонації, створити потужний промінь електричного розряду та наявного теплового випромінювання.

Література

1. Пат. 74524 Российская Федерация, МПК7H01T 13/00 (2006.01). Свечи зажигания (испытания свечей зажигания G01M 19/02) [Текст]/ Бугаец Е.С.; Заявитель и патентообладатель Бугаец Е.С. № 2008104927/22; заявл. 13.02.2008; опубл. 27.06.2008. Бюл. № 13; 3 с.: ил.
2. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей [Текст]: моногр./ С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. М.: ЗАО «КИСИ «За рулем», 2004. С. 207 рис. 6.15.

УДК 676: 681.3

Плосконос Віктор Григорович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Плосконос Виктор Григорьевич

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
доцент кафедры экологии и технологии растительных полимеров
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Ploskonos Viktor

*Candidate of Technical Sciences, Senior Scientist,
Assistant Professor of the Department of Ecology and Plant Polymers Technology
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

DOI: 10.25313/2520-2057-2020-3-5626

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ НОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПАПЕРУ ТА КАРТОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БУМАГИ И КАРТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

METHODOLOGY OF NEW PAPER AND APERBOARD BASED COMPOSITE MATERIALS DEVELOPMENT WITH USE OF INNOVATIVE AND COMPUTER TECHNOLOGIES

Анотація. В роботі запропоновано методологію, яка, базуючись на застосуванні сучасних комп'ютерних технологій, може бути використана з метою вирішення інноваційних пропозицій, що стосуються подальших досліджень з розробки та створення серії сучасних екологічно безпечних композиційних матеріалів на основі целюлозних матеріалів, а саме: паперу та картону. Запропонована в даній статті методологія включає такі етапи, як планування експерименту на базі попередньо визначених факторів, що дає можливість експериментатору отримати максимально можливий обсяг інформації за незначної кількості експериментальних точок, оптимально розташованих у факторному просторі. А також створення на основі результатів експериментальних досліджень математичних моделей, що за своєю структурою адекватно описують складні за своєю природою процеси та придатні для цілей моделювання і пошуку оптимальних умов функціонування об'єктів, які досліджуються.

Ключові слова: целюлоза, папір, картон, композиційний матеріал, екологічна безпека, комп'ютерні технології, інновації.

Аннотация. В работе предложена методология, которая, основываясь на применении современных компьютерных технологий, может быть использована с целью решения инновационных предложений, касающихся дальнейших исследований по разработке и созданию серии современных экологически безопасных композиционных материалов на основе целлюлозных материалов, а именно: бумаги и картона. Предложенная в данной статье методология включает такие этапы, как планирование эксперимента на базе предварительно определенных факторов, дает возможность экспериментатору получить максимально возможный объем информации при незначительном количестве экспериментальных точек, оптимально расположенных в факторном пространстве. А также создание на основе результатов

экспериментальных исследований математических моделей, по своей структуре адекватно описывающих сложные по своей природе процессы и пригодны для целей моделирования и поиска оптимальных условий функционирования объектов, которые исследуются.

Ключевые слова: целлюлоза, бумага, картон, композиционный материал, экологическая безопасность, компьютерные технологии, инновации.

Summary. The paper proposes a methodology based on the application of modern computer technologies, that can be used to address innovative proposals for further researches on the development and creation of a series of modern environmentally friendly composite materials based on cellulosic materials, namely: paper and paperboard. The methodology proposed in this article includes such steps as planning of an experiment based on predefined factors, which enables the experimenter to obtain the maximum possible amount of information at a small number of experimental points optimally located in the factor space. And also the creation of mathematical models based on the results of experimental studies, which by their structure adequately describe by their nature complex processes and are suitable for the purpose of modeling and finding the optimal functioning conditions of the objects under study.

Key words: cellulose, paper, paperboard, composite material, environmental security, computer technology, innovation.

На сьогоднішній день, у зв'язку із ситуацією, що складається в екологічній сфері нашого повсякденного життя, та приєднанням України з наступного року до держав світу, в яких забороняється використання в якості упаковки пластикових пакетів, у суспільства виникає запит на інновації щодо створення нових пакувальних матеріалів на основі паперу і картону, в тому числі комбінованих з високим комплексом структурно-фізичних та експлуатаційних властивостей і конкурентоспроможних на Європейському та міжнародному ринках.

В даній роботі пропонується актуальна на даний момент методологія ефективного поєднання інноваційних та сучасних комп'ютерних технологій з метою вирішення проблем, що виникають під час планування та створення прогресивних композиційних матеріалів, в основу яких закладається папір або картон.

Як відомо [1], упаковка має виконувати ряд важливих функцій, а саме: захищати продукт, що упаковується, мати зручну функціональність, виступати в якості інструменту маркетингу, а також бути інформативною і екологічно безпечною. На жаль, до сьогодні розробники пакувальних матеріалів не завжди знаходили раціональний компроміс між вказаними функціями упаковки. Здебільшого в цьому компромісі потерпала така важлива функція упаковки, як екологічність: вимоги якої дуже часто ігнорувалися, враховуючи економічну складову. Разом з тим, питання захисту довкілля в умовах інтенсивного розвитку пакувальної галузі, заборона упаковки у вигляді поліетиленових пакетів, змушує як виробників упаковки, так і споживачів товарів та продуктів зрозуміти, до яких незворотних катаклізмів може призвести бездіяльність щодо поводження з відходами пакувальної галузі [1].

Зважаючи на факти, що вище викладені, всі, хто певним чином пов'язаний і розуміється на пакуванні, не буде заперечувати, що папір або картон, що виготовляється з целюлози, може складати основу композиційних, в т.ч. комбінованих матеріалів [1]. Целюлоза — це найбільш розповсюджений природ-

ний полімер [2], який залишається одним з головних і найважливіших видів вихідної сировини в паперовій, поліграфічній і текстильній промисловості, а також у виробництві штучних матеріалів і плівок. Вироби, в основі яких целюлозний напівфабрикат, легко піддаються утилізації, з метою повторного використання. Серед інших природних і синтетичних полімерів целюлоза займає і, за рядом техніко-економічних факторів, буде займати і в найближчі роки одне з провідних місць [2]. Разом з тим, зважаючи на високий запит на целюлозу, одним з реальних джерел вирішення проблеми сировинної бази для України, країни з обмеженими лісовими запасами, актуальним є широке використання однорічних рослин і відходів переробки сільськогосподарської продукції. Отримання з них волокнистих напівфабрикатів — целюлози, напівцелюлози та хіміко-термомеханічної маси на основі прогресивних досягнень науки і техніки є важливою наукомісткою проблемою, що має важливе народногосподарське значення для економіки країни [3].

Як показує практика, чисто целюлозний папір сам по собі є матеріалом, якому надано того або іншого комплексу споживчих і експлуатаційних властивостей, в т.ч. специфічних чи спеціальних [2]. Разом з тим, науково-технічний прогрес у різних галузях економіки вимагає створення матеріалів із властивостями, яких неможливо досягти, якщо використовувати тільки чисто целюлозну сировину. Все більш важлива роль відводиться композиційним матеріалам, в т.ч. на основі паперу та картону за конструкційним та функціональним призначенням. Таким чином, целюлозними композиційними матеріалами називаються матеріали, які складаються з целюлозного (в якості основи) та нецелюлозного компонента, причому, армуючу функцію виконує целюлозна складова, а саме: целюлозні волокна та сформовані з них папір чи картон [1].

Використовуючи особливі властивості мікроструктури целюлозних і нецелюлозних волокон, дослідник має змогу розробити технологію

виготовлення матеріалів широкого спектру використання. Це, наприклад, композиційні матеріали, які здатні розсіювати направлені потоки світла, поглинати звук, адсорбувати гази і хімічні жирні сполуки, утримувати різні речовини та тепло за низьких чи високих температур.

Таким чином, використання інших допоміжних хімічних речовин і компонентів та застосування відповідних технологій надає можливість отримати композиційний матеріал зовсім іншого призначення. Важливим в отриманні композиційних картонно-паперових матеріалів і виробів з них з новими і заданими спеціальними властивостями є з'єднання паперу з іншими компонентами, сполучення мінеральних, целюлозних, синтетичних волокон і смол.

Аналізуючи ситуацію у світі щодо порушеної проблеми, можна відзначити, що в розвинених країнах питанням розробки та освоєння виробництва комбінованих матеріалів на основі паперу і картону з застосуванням мінеральних і синтетичних речовин приділяється дуже велика увага [1].

Отже, метою даної статті є інноваційні ідеї, які, базуючись на застосуванні сучасних комп'ютерних технологій, дадуть подальший поштовх до розробки екологічно безпечних композиційних матеріалів на основі целюлози, а саме: паперу та картону. Суть інноваційних пропозицій в наступному.

Відомо [1], що однією із важливих є вимога, яка висувається до пакувальних матеріалів, призначених для фасування продуктів харчування з високим питомим вмістом жиру. Головним призначенням матеріалу з бар'єрними і захисними властивостями — це створення захисного шару, який запобігає міграції будь-яких речовин до упакованого продукту зовні або з паперу (картону). Дуже важливим також є збереження початкової міцності упаковки у вологому середовищі, забезпечення захисних вимог, а саме: необхідного рівня опору проникненню води, пари, жиру, масла, газу, запахів, збереження форми і зовнішнього вигляду пакування. Досить жорсткі вимоги ставляться до упаковки відносно впливу на смакові властивості і термінів зберігання продукції.

Також такі види пакувальних матеріалів можуть в подальшому використовуватися замість пергаменту, який до сьогодні є високоякісним жирно- і вологоміцним пакувальним матеріалом для харчової промисловості. Але, разом з тим, технологія одержання пергаменту, яка заснована на хімічній пергаментзації попередньо виготовленого паперу висококонцентрованою сірчаною кислотою [4], є екологічно небезпечною, вимагає складної системи очищення стічних вод і спеціального устаткування.

На даний період також актуальною є задача розробки екологічно безпечного складу компонентів для просочування та його використання з метою створення пакувальних матеріалів нового покоління із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій, які максимально мають задовольняти вимоги

екологічної безпеки та не створювати проблем під час їх утилізації. Свого часу в Українському науково-дослідному інституті паперу була проведена серія експериментальних досліджень [6], під час яких був розроблений та детально проаналізований олеофобний склад з метою підвищення жиронепроникності пакувальних матеріалів. З плином часу вимоги змінюються, життя вимагає нових екологічно безпечних розробок. Тому пропонується, на базі напрацьованих ідей [6], найближчим часом розширити до сучасних вимог спектр дії просочувального комплексу, базуючись на застосуванні запропонованих в даній статті комп'ютерних технологій. Все це разом послужить подальшим поштовхом до розробки екологічно безпечних композиційних матеріалів на основі паперу та картону.

Процес доведення інноваційної ідеї до кінцевого результату, у відповідності із запропонованою методологією, включає такі етапи, а саме:

- планування експерименту на базі попередньо визначених факторів, що дає можливість експериментатору отримати максимально можливий обсяг інформації за незначної кількості експериментальних точок, оптимально розташованих у факторному просторі;
- створення на основі результатів експериментальних досліджень математичних моделей, що за своєю структурою адекватно описують складні за своєю природою процеси та придатні для цілей моделювання і пошуку оптимальних умов функціонування об'єктів, які досліджуються.

Синтез анонсованих планів експерименту відбувається за використання критеріїв та спеціальної методології, яка забезпечують максимальну інформативність, а також (що дуже важливо) шумостійкість експериментальних досліджень [6–9]. Призначенням програмного комплексу, що реалізує заданий алгоритм, є побудова багаторівневих (більше двох рівнів) планів активного експерименту [8]. Такий підхід гарантує отримання максимально можливого обсягу інформації стосовно поведінки складного об'єкта, що вивчається, за фіксованого числа дослідів. Априорі відомості про структуру залежностей між відгуками (параметрами оптимізації) і факторами відсутні.

Теорія статистичного планування експерименту базується на припущенні, що модель об'єкта відома з точністю до коефіцієнтів [8]. Це дозволяє експериментатору знизити вимоги до інформативності плану: враховуються при цьому всього лише 2–3 рівня варіювання факторів, а досліді сконцентрувати на границі області експерименту. Разом з тим, якщо порушуються умови прийнятого припущення, то різко зростає ймовірність прояву вкрай небажаних наслідків, викликаних побудовою моделі, яка є неадекватною до об'єкту, виникають грубі похибки в прогнозуванні та прийнятті рішень і таке інше.

З метою уникнення вищезазначених проблем, пропонується використання додаткових критеріїв для

побудови інформативного плану експерименту за значного обмеження області перебору варіантів [8].

Вказані вимоги можна забезпечити, використовуючи критерії:

- максимуму мінімальної міждослідної відстані

$$d_{\min} = \min_{l,k} \left[\sum_{j=1}^M x_{lj} \otimes x_{kj} \right] \rightarrow \max; \quad l, k \in \overline{1, N}; \quad l \neq k, \quad (1)$$

$$\text{де } x_{lj} \otimes x_{kj} = \begin{cases} 0 & \text{якщо } x_{lj} = x_{kj}; \\ 1 & \text{якщо } x_{lj} \neq x_{kj}; \end{cases}$$

- максимуму евклідової відстані

$$\rho_{\min} = \min_{l,k} \left[\sum_{j=1}^M (x_{lj} - x_{kj})^2 \right]^{1/2} \rightarrow \max \quad (2)$$

Таким чином, критерій d_{\min} у виразі (1) забезпечує максимум ентропійної оцінки, яка розраховується за викреслювання будь-якого стовпця, їх пари, трійки і т.д в матриці експерименту.

Критерій ρ_{\min} у виразі (2) максимізує обхват області експерименту, що також є умовою підвищення його інформативності і сприяє мінімізації дисперсій оцінок коефіцієнтів моделі незалежно від її структури.

Потрібно відмітити, що ефективним є використання критеріїв в послідовності (1)–(2) [8].

Передумовами обумовлюються наступні вимоги до методу синтезу інформативних планів:

- варіювання кожного фактору проводиться не менш, ніж на чотирьох дискретних рівнях;
- максимально рівномірне (просторове та пофакторне) покриття області експерименту за фіксованого числа дослідів;
- можливість врахування специфічних обмежень, які висуває експериментатор.

Облік перших двох вимог дозволяє отримати «максимум інформації» стосовно різних станів об'єкта, не залучаючи додаткових припущень про структуру моделі та про ступінь значимості того або іншого фактора.

Тим самим створюються сприятливі умови для розв'язку наступних задач:

- «розвідувальний» аналіз маловивченого об'єкта;
- структурно-параметрична ідентифікація об'єкта за експериментальними даними;

Разом з тим, в основу задачі структурної ідентифікації (пошук структури моделі та її коефіцієнтів) покладено принцип «чорного ящика», коли причинно-наслідкові зв'язки між вхідними факторами та вихідними параметрами вважаються невідомими [10]. Також вважається, що існує певна функція, яка адекватно відображає реакцію об'єкта (його поведінку) на вхідні сигнали.

Після реалізації експериментальних досліджень, задачею структурної ідентифікації є побудова оптимальної, в деякому розумінні, моделі, що враховує всі вхідні і вихідні сигнали [10]. Разом з тим, допус-

кається, що значення вхідних змінних (факторів) є детермінованими, а вихідні характеристики — випадкові величини в результаті впливу «шумів» (випадкових похибок вимірювань, неврахованих перешкод, що не піддаються контролю і т.п.).

В зв'язку з цим, результатом структурної ідентифікації є оцінки:

$$\tilde{y}_s = \tilde{M} \left[\frac{Y_s}{x} \right] = \tilde{F}_s(x, a), \quad s = \overline{1, L+R}, \quad (3)$$

де $M[\cdot]$ — оцінка математичного очікування s -ої характеристики об'єкта за заданого x .

Y_s — виміряне значення характеристики, яке складається із суми регулярного сигналу y_s і випадкової похибки ξ : $Y_s = y_s + \xi$;

$F[\cdot]$ — оцінка істинної характеристики;

$L+R$ — визначає в просторі вхідних змінних область допустимих рішень з урахуванням функціональних і критеріальних обмежень.

Під час ідентифікації складних багатофакторних систем найбільш ефективним є метод самоорганізації математичних моделей, а саме метод групового урахування аргументів (МГУА) [8], який базується на тому, що оперуючи тільки набором експериментальних даних, які використані для визначення оцінок коефіцієнтів за методом найменших квадратів (МНК), неможливо віднайти найкращу, єдину модель.

Для цього потрібно скористатися деяким зовнішнім критерієм, яким, наприклад, може бути похибка, що вираховується на новій серії експериментальних даних. Мінімум похибки на цих точках може слугувати визначальним моментом того, що отримана модель є моделлю оптимальної складності.

Процес вирішення задачі структурної ідентифікації можливо надати у вигляді системи взаємопов'язаних ланцюгів [8,10]:

- 1) постановка задачі і аналіз апріорної інформації;
- 2) проведення експерименту в режимі нормального функціонування об'єкта або у відповідності з деяким планом із множини планів $\chi = \{x_1, x_2, \dots\}$;
- 3) аналіз і попередня обробка результатів експерименту;
- 4) вибір множини можливих аргументів (опорних функцій);
- 5) розробка або вибір генератора складності моделі;
- 6) вибір способу розбивки таблиці експериментальних даних на навчаючу (А), перевірочну (В) та екзаменаційну (С) вибірки із множини $R = \{r_1, r_2, \dots\}$;
- 7) самоорганізація моделі, яка задовольняє критеріям оптимальності $Q = \{q_1, q_2, \dots\}$;
- 8) аналіз та довизначення моделі;
- 9) практичне використання моделі.

Наведена схема є достатньо загальною і може бути використана для структурної ідентифікації об'єктів будь-якої природи. На практиці ж задачу доводиться членувати.

Перш за все фіксується клас можливих моделей F (дискретні поліноми, диференціальні рівняння

та ін.). З врахуванням цього формується матриця X , яка забезпечує можливість об'єктивного порівняння моделей $F \in F$ за критеріями Q за декількома варіантами розбивки на А, В, С послідовності [10].

Практично, як правило, не вдається достатньо повністю вирішити задачі, які поставлені перед конкретними ланцюгами задачі структурної ідентифікації. Це призводить до того, що на виході етапу 7 маємо не одну, а декілька однакових (рівноцінних) моделей, що потребує введення етапу довизначення оптимальної моделі. Необхідність етапу довизначення витікає ще із того, що задача структурної ідентифікації є багатокритеріальною і, таким чином, не може мати однозначного, теоретично обґрунтованого методу практичного вирішення будь-якої задачі.

Тому довизначення є не що інше, як вибір найбільш раціонального рішення (моделі) на базі додаткових зовнішніх критеріїв або експериментальної оцінки моделей.

Таким чином, метод групового врахування аргументів базується на деяких принципах теорії навчання та самоорганізації, а саме: на принципах «селекції», або спрямованого відбору.

В цілому метод вирішує задачу шумостійкого об'єктивного вибору моделі оптимальної складності за допомогою перебору варіантів по заданому ансамблю (або ієрархії) зовнішніх критеріїв [10].

Висновки. У результаті запропоновано методологію, яка, базуючись на застосуванні сучасних комп'ютерних технологій, має всі шанси на використання з метою вирішення інноваційних пропозицій, що стосуються подальших досліджень з розробки спеціального комплексного складу компонентів для просочування та застосування цього комплексу в процесі розробки та створення серії сучасних екологічно безпечних композиційних матеріалів на основі целюлозних матеріалів, а саме: паперу та картону.

Література

1. Кривошей В. М. Упаковка в нашому житті. К.: ІАЦ «Упаковка». 2001. 160 с.
2. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу та картону. К.: ЕКМО, 2008. 425 с.
3. Коптюх Л. А. Расширение сырьевой базы производства волокнистых полуфабрикатов для изготовления бумаги и картона. // Бумага и жизнь. 2006. № 7. С. 24–27.
4. Трухтенкова Н. Е., Килипенко А. В. и др. Технология упаковочной бумаги. М.: «Лесная промышленность». 1974. 288 с.
5. Ивахненко А. Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наукова думка. 1982. 296 с.
6. Рибальченко В. В., Коптюх Л. А., Плосконос В. Г., Осика В. А. Підвищення жиронепроникності пакувального паперу // Упаковка 2007. № 2. С. 23–26.
7. Ивахненко А. Г. Кибернетика — наука о моделировании связи и управления в сложных системах // Автоматика. 1982. № 1. С. 3–15.
8. Кикоть В. С. Разработка и исследование комбинированных методов идентификации проектируемых объектов на основе принципа самоорганизации: Автореф. дис. канд. техн. наук. Киев: 1984. 22 с.
9. Плосконос В. Г. Використання комп'ютерних технологій в розробці планів експериментальних досліджень складних технологічних систем виробництва паперу та картону // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2018. № 21(61). Т. 3. С. 50–54. DOI: 10.25313/2520-2057-2018-21-4428
10. Кикоть В. С., Плосконос В. Г. Идентификация характеристик сложных проектируемых систем с использованием принципов самоорганизации и топологического метода анализа // Автоматика. 1986. № 3. С. 34–42.

Романенко Юрій Олександрович
аспірант кафедри металургії
Запорізького національного університету
Романенко Юрий Александрович
аспирант кафедры металлургии
Запорожского национального университета
Romanenko Yuri
Graduate Student of Department of Metallurgy
Zaporizhzhya National University

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ. АЛГОРИТМ НАРОЩУВАННЯ КРАЮ ОБ'ЄКТУ

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СЕГМЕНТАЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ. АЛГОРИТМ НАРАЩИВАНИЯ КРАЯ ОБЪЕКТА

ANALYSIS AND SEGMENTATION METHODS OF DIGITAL IMAGES. BORDER OBJECT EXTENSION ALGORITHM

Анотація. При виробництві та використанні сипучих матеріалів виникає необхідність контролювати їх гранулометричний склад. Розмір частинок сипучого матеріалу визначає важливі технологічні характеристики і впливає на ефективність його застосування. Класичними методами визначення гранулометричного складу агломерату є лабораторний (ситовий) аналіз і просівання. Поряд з ними на деяких підприємствах використовують методи, засновані на вимірі енергії первинного дроблення матеріалу, механічні гранулометрію, а також знайшли застосування оптичні методи і реалізовані на їх основі системи з використанням пробовідбірників.

Автоматизація контролю гранулометричного складу сипучих матеріалів з використанням оптико-електронного методу безпосередньо в технологічному потоці дозволить своєчасно класифікувати матеріал по класах крупності і оцінити його міцність, що залежить від багатьох факторів.

Останні розробки в області цифрової обробки зображень забезпечують можливість отримати краще уявлення про гранулометричний розподіл часток, який важко отримати за допомогою механічного ситового аналізу. Розробляється метод заснований на алгоритмі зростаючої області з посиленням її краю і на розширенні зображення як способів перед- і пост-обробки. Метою даного дослідження є розробка методики аналізу зображень для надання інформації про повний спектр розмірів частинок агломераційної шихти починаючи з дрібних, і закінчуючи великими розмірами.

Ключові слова: сипучі матеріали, визначення розміру, цифрові зображення.

Аннотация. При производстве и использовании сыпучих материалов возникает необходимость контролировать их гранулометрический состав. Размер частиц сыпучего материала определяет важные технологические характеристики и влияет на эффективность его применения. Классическими методами определения гранулометрического состава агломерата является лабораторный (ситовой) анализ и просеивания. Наряду с ними на некоторых предприятиях используют методы, основанные на измерении энергии первичного дробления материала, механические гранулометрию, а также нашли применение оптические методы и реализованы на их основе системы с использованием пробоотборников.

Автоматизация контроля гранулометрического состава сыпучих материалов с использованием оптико-электронного метода непосредственно в технологическом потоке позволит своевременно классифицировать материал по классам крупности и оценить его прочность, что зависит от многих факторов.

Последние разработки в области цифровой обработки изображений обеспечивают возможность получить лучшее представление о гранулометрический распределение частиц, который трудно получить с помощью механического ситового анализа. Разрабатывается метод основан на алгоритме растущей области с усилением ее края и в расширении изображение как способов пред- и пост-обработки. Целью данного исследования является разработка методики анализа изображений для предоставления информации о полном спектре размеров частиц агломерационной шихты начиная с мелких и заканчивая крупными размерами.

Ключевые слова: сыпучие материалы, определение размера, цифровые изображения.

Summary. In the production and use of bulk materials, it becomes necessary to control their particle size distribution. The particle size of the bulk material determines important technological characteristics and affects the effectiveness of its application. Classical methods for determining the particle size distribution of agglomerate are laboratory (sieve) analysis and sieving. Along with them, some enterprises use methods based on measuring the energy of primary crushing of the material, mechanical granulometry, and they have also found application of optical methods and implemented systems based on them using samplers.

Automation of control of the granulometric composition of bulk materials using the optoelectronic method directly in the process stream will allow you to timely classify the material by size classes and evaluate its strength, which depends on many factors.

Recent developments in the field of digital image processing provide the opportunity to get a better idea of the particle size distribution of particles, which is difficult to obtain using mechanical sieve analysis. A method is being developed based on the algorithm of a growing region with strengthening of its edge and in expanding the image as methods of pre- and post-processing. The aim of this study is to develop an image analysis technique to provide information on the full range of particle sizes of an agglomeration charge, starting from small to large sizes.

Key words: bulk materials, sizing, digital images.

Постановка проблеми. Отримання кількісної оцінки гранулометричного розподілу для сипучих матеріалів за допомогою традиційного методу ситового аналізу дуже складно, довго та дорого.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження складають праці таких фахівців у галузі металургії та комп'ютерного зору, як Carson, C. [10], Clark, G. [11], Franklin J. A. [12], Kemeny, J. M. [13], Wang, W. [14].

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою даного дослідження є розробка методики аналізу зображень для надання інформації про повний спектр розмірів частинок агломераційної шихти починаючи з дрібних, і закінчуючи великими розмірами.

Виклад основного матеріалу

Цифрові зображення

Зображення в декількох кольорах представляються як групи одноколірних зображень. Цифрові фотографії, зроблені для проекту, представляються в колірному форматі RGB, який складається з матриці Red, матриці Green і матриці Blue. Три матриці поєднуються для створення різних кольорів. Фотографії агломераційної шихти відходів, безумовно, монотонні. Всі три матриці мають однакове розподіл кольору пікселів і забезпечують аналогічну інформацію, і однієї матриці досить, щоб уявити властивості на зображенні. Кожне одноколірове цифрове зображення представлено у вигляді матриці яскравості. Кожен піксель на зображенні має унікальну адресу (x, y) в матриці, і йому присвоюється значення, відповідне яскравості пікселя. В системі Matlab яскравість пікселя зображення $N \times N$ представлена в матричній формі як:

$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(1,3)$	...	$f(1, n-1)$
$f(2,1)$	$f(2,2)$	$f(2,3)$	...	...
$f(3,1)$	$f(3,2)$	$f(3,3)$	...	...
...
$f(n-1,1)$	...	...	...	$f(n-1, n-1)$

Огляд методів

На початковій стадії процес обробки зображень ділиться на 3 етапи:

1. Формування зображення. Етап формування зображення включає в себе завантаження зображення в програму і його попередню обробку. Введення зображень шару сипучого матеріалу здійснюється за допомогою оптичної камери. При роботі системи формується безперервна послідовність зображень з частотою 60 кадрів/с. При цьому оптична вісь камери, яка формує зображення, розташовується перпендикулярно смузі конвеєра з матеріалом.

2. Підготовчий етап. На цьому етапі відбувається перетворення зображення до виду, зручного для подальшого аналізу, і підготовка його до цього аналізу.

3. Параметричний аналіз. На етапі параметричного аналізу обчислюються основні технологічні характеристики матеріалу.

Одним з основних елементів обробки зображення на підготовчому етапі є процес виділення складових його областей (сегментація), так як на цьому етапі об'єкти виділяються для подальшого розпізнавання і аналізу [1]. Сегментація є сполучною ланкою між попередньою обробкою зображення і його аналізом [2].

Для побудови кривої гранулометричного розподілу на підставі зображень досліджуваного матеріалу, зображення спочатку ділиться на області з допомогою процесу, званого сегментацією, і кожна з цих областей містить частинки матеріалу. Існує три основні категорії методів сегментації [3]: кластеризація, виявлення краю і вилучення області. Кластеризація являє собою багатовимірний варіант визначення порогового значення, і є простим і широко використовуваним методом. У методі визначення порогового значення, вибираються верхні і нижні межі значень ознак, наприклад, вибирається яскравість і проводиться відбір пікселів з яскравістю в межах даного діапазону. Для виконання сегментації за методом кластеризації використовується два або більше властивостей [4]. Перевагою методу виявлення краю є те, що кордони між об'єктами на зображенні мають більш різкі зміни яскравості. Наприклад, на зображенні каменів, пікселі на їхніх

кордонах темніше, ніж пікселі внутрішньої області каменю. Існує безліч методів в даній категорії: в тому числі і методи водозбірної трансформації, і методи, засновані на рівнянні часткової диференціації, наприклад, метод установки рівня і метод «змії» [5]. Ідея методу виділення області полягає в поділі зображення на області з подібними властивостями [6]. Це може бути досягнуто за допомогою:

- 1) нарощування області: починаючи з невеликих ділянок і їх злиття з аналогічними областями
- 2) розщеплення області: починаючи з великих ділянок, а потім розділяючи їх
- 3) або комбінуванням двох методів [7].

Сегментація за допомогою методу нарощування області

Для більшої простоти, в даній роботі використується метод сегментації за допомогою нарощування області (краю об'єкту). Основним підходом до методу нарощування області є вибір довільних або певних користувачем областей відбору проб в якості вихідних даних. У даних областях відзначаються об'єкти, які підлягають сегментації. Ці області ростуть за допомогою ітерацій, коли додаються все нові і нові сусідні пікселі з подібними властивостями, і це відбувається, поки не закінчатся пікселі, які можуть бути включені в дану область, або поки не буде досягнуто максимального етапу ітерації. Яскравість є найбільш часто використовуваних властивістю, і вона також застосовується в даному дослідженні.

Існують дві основні проблеми при сегментації зображень агломераційної шихти за допомогою методу нарощування області. По-перше, на відміну від лабораторії, де джерело світла знаходиться під контролем, пил і недостатнє освітлення призводять до значних затемнень і так званого шумового ефекту «солі і перцю» на фотографіях. По-друге, межі часто виходять розмитими, що призводить до «витоку» або проблеми розростання зображення.

Для вирішення зазначених проблем використуються методи попередньої та подальшої обробки зображень. Замість того щоб використовувати точкові значення, в якості вихідних даних в програму закладаються досліджувані області для того, щоб усереднити шумовий ефект «солі і перцю» на фотографіях при підрахунку середнього значення по даній області. Крім того, області розширюються після виконання їх нарощування з метою заповнення «дірок», викликаних нечіткою кам'яною поверхнею, і до вихідного чорно-білому зображенню додається маска Sobel для збільшення кам'яних країв [8].

Розширення зображення є морфологічним прийомом, який розширює межі області. «Дірки» в області можуть бути заповнені або зменшені в розмірах. Для виконання розширення зображення потрібно два вихідних значення: цільове зображення і структурний елемент [9]. Структурний елемент визначає ступінь розширення. Приклад показаний на (рисунку 1).

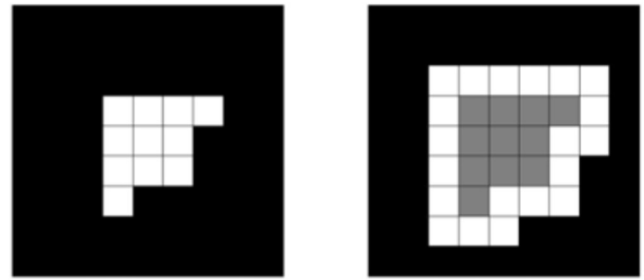


Рис. 1. Область розширюється на 1 піксель. Сірі пікселі на правому малюнку показують вихідну нерозширену область для порівняння

Початкове зображення являє собою двійкове зображення, в якому одиниця (1) представлена як білий колір, а нуль (0) — як чорний. При операції розширення зі структурним елементом 3×3 , для кожного чорного пікселя перевіряються всі вісім сусідніх пікселів, і якщо виявлено хоча б один білий піксель, то відповідний чорний піксель змінюється на білий. Новоутворена біла межа області збільшується або «розширюється». Що ще більш важливо, шляхом розширення заповнюються невеликі «дірки» в області (Малюнок 2), що робить цей метод корисною процедурою подальшої обробки зображення для заповнення «дірок», які залишилися після нарощування області. Операція розширення викликає невелике штучне укрупнення розміру часток, але виникає похибка відносно невелика в порівнянні з розміром зображення, яке дорівнює десяткам тисяч пікселів.



Рис. 2. Розширення зображення заповнює «дірки» на зображенні

Sobel маска є 2D-фільтром, який покращує межі об'єкта на зображенні шляхом обчислення похідної зображення. Sobel маска 3×3 наступна:

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

для поліпшення горизонтального краю, і

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

для поліпшення вертикального краю. Фільтр застосовується до зображення за допомогою його переміщення по зображенню і за допомогою обчислення добутку фільтра і зображення. У разі Sobel маски, твір є похідною від зображення, яка підсилює різкі зміни.

Межі породи, як правило, темніше, ніж її внутрішня частина. Різниця в яскравості посилюється маскою Sobel а, отже, поліпшуються і кордони. Остаточний алгоритм виглядає так:

- 1) Завантаження зображення і перетворення його в зображення з одношаровою яскравістю;
- 2) Попередня обробка: поліпшення країв;
- 3) Нарощування області;
- 4) Подальша обробка: розширення;
- 5) Побудова гранулометричного кривої.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвиток у даному напрямі. З огляду

на особливості зображень насипного шару, здійснено вибір оптимальної оптичної схеми для оптико-електронного методу контролю гранулометричного складу сипучих матеріалів.

Проведено аналіз методів обробки зображень, і в зв'язку зі специфікою зображень насипного шару, розроблений метод локального динамічного порогового поділу з адаптивною налаштуванням розміру локальної області поточного зображення для поліпшення якості сегментації.

Метод цифрового аналізу зображень був розроблений для аналізу великомасштабного гранулометричного розподілу. Даний метод дозволяє дати кількісну оцінку гранулометричним розподілам для агломераційної шихти, чого досягти за допомогою традиційного ситового аналізу дуже складно і дорого. Даний метод також забезпечує двовимірну візуалізацію неоднорідності агломераційної шихти.

Література

1. Робототехника К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. М.: Мир, 1989.
2. Денисов, Д. А. Сегментація зображень на ЕВМ / Д. А. Денисов, В. А. Нізовкин // Зарубіжна радіоелектроніка. 1985.
3. A Survey on Image Segmentation / K. Fu and J. Mui, 1981.
4. Walter Optisches Prüfsystem untersucht Kunst-stoffgranulat / Neuhaus Walter, Glockler Hans, Sariboga Merolan // Maschinenmarkt. 1994.
5. Mesure optique de la granulometrie des matieres charges au haut founeau / Moretti, J. M., 1990.
6. Determining size distribution of moving pellets by computer image processing / Granness, Steven, 1986.
7. Кукушкін, О. Н. Дослідження можливості визначення гранулометричного складу матеріалів в потоці методами мікрохвильової техніки [Текст] / О. Н. Кукушкін, В. І. Головка, Н. В. Михайлівський, А. В. Потапов, А. Ф. Хасянов, В. В. Скопин // Електрон, техн. Сер. 1. 1998. № 1. С. 39–45.
8. Pattern Classification and Scene Analysis / Richard O. Duda, Peter E. Hart, 1973.
9. Digital Image Processing / Rafael C. Gonzalez, Richard E Woods, 1992.
10. Carson, C., Belongie S., Greenspan H. and Malik J. 2002, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
11. Clark, G. B. 1987, Principles of rock fragmentation. John Wiley and Sons, New York, N. Y. Franklin, J. A., and Maerz, N. H. (1986). Digital photo-analysis of rock jointing. 39th Canadian Geotechnical Conf., PP. 11–20.
12. Franklin J. A., Maerz, N. H. and Bennett, C. P. (1988). Rock mass characterization using photo analysis. Int. J. Mining Geological Engrg., 6. PP. 97–112.
13. Kemeny, J. M., Devgan A., Robert M., and Wu X. 1993, Analysis of rock fragmentation using digital image processing. Journal of Geotechnical Engineering. Vol. 119. No. 7. PP. 1144–1160.
14. Wang, W. 2008. Rock Particle Image Segmentation and Systems. 2008, Vienna, Source: Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications.

Романенко Юрій Олександрович
аспірант кафедри металургії
Запорізького національного університету
Романенко Юрий Александрович
аспирант кафедры металлургии
Запорожского национального университета
Romanenko Yuri
Graduate Student of Department of Metallurgy
Zaporizhzhya National University

МЕТОД АНАЛІЗУ І СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО КОНТУРНОГО РОЗПОДІЛУ

МЕТОД АНАЛИЗА И СЕГМЕНТАЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТУРНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

METHOD OF ANALYSIS AND SEGMENTATION OF DIGITAL IMAGES BASED ON DYNAMIC CONTOUR DIVISION

Анотація. Попередній аналіз зображень насипного шару сипучого матеріалу дозволяє зробити висновок про те, що більшість зображень в процесі їх формування піддаються ряду негативних факторів, що призводять до спотворення, змазування та іншого. Таким чином, зображення повинне пройти етап поліпшення якості. Можливість компенсації таких ефектів, як тіні і відблиски на зображенні, часто є вирішальною для успішного виконання подальшого алгоритму обробки інформації [1]. Поліпшення якості зображення є однією з основних цілей при його обробці. Розглянемо методи, які пропонується використовувати для поліпшення якості зображень насипного шару агломерату [9].

На початковій стадії процес ділиться на 3 етапи [2]:

1. Формування зображення.

Етап формування зображення включає в себе введення зображення в програму і його попередню обробку [3]. Введення зображень шару шихти здійснюється за допомогою фото / відео камери. При роботі системи формується безперервна послідовність зображень з частотою 60 кадрів/с. При цьому оптична вісь камери, яка формує зображення, розташовується перпендикулярно смузі конвеєра з шихтою.

2. Підготовчий етап.

На цьому етапі відбувається перетворення зображення до виду, зручного для подальшого аналізу [4], і підготовка його до цього аналізу.

3. Параметричний аналіз.

На етапі параметричного аналізу обчислюються основні технологічні характеристики сипучого матеріалу [13].

Ключові слова: сипучі матеріали, визначення розміру, цифрові зображення.

Аннотация. Предварительный анализ изображений насыпного слоя сыпучего материала позволяет сделать вывод о том, что большинство изображений в процессе их формирования подвергаются ряду негативных факторов, приводящих к искажению, смазанности и т.д. Таким образом, изображение должно пройти этап улучшения качества. Возможность компенсации таких эффектов, как тени и блики на изображении, часто является решающим для успешного выполнения дальнейшего алгоритма обработки информации [1]. Улучшение качества изображения является одной из основных целей при его обработке. Рассмотрим методы, которые предлагается использовать для улучшения качества изображений насыпного слоя агломерата [9].

На начальной стадии процесс делится на 3 этапа [2]:

1. Формирование изображения.

Этап формирования изображения включает в себя введение изображения в программу и его предварительную обработку [3]. Введение изображений слоя шихты осуществляется с помощью фото / видео камеры. При работе системы формируется непрерывная последовательность изображений с частотой 60 кадров/с. При этом оптическая ось камеры, которая формирует изображение, располагается перпендикулярно полосе конвейера с шихтой.

2. Подготовительный этап.

На этом этапе происходит преобразование изображения к виду, удобному для дальнейшего анализа [4], и подготовка его к этому анализу.

3. Параметрический анализ.

На этапе параметрического анализа вычисляются основные технологические характеристики сыпучего материала [13].

Ключевые слова: сыпучие материалы, определение размера, цифровые изображения.

Summary. Preliminary analysis of images of the bulk layer of bulk material makes it possible to conclude that most of the images in the process of their formation are exposed to a number of negative factors that lead to distortion, blurring, etc. Therefore, the image must go through a quality improvement phase. The ability to compensate for effects such as shadows and glare on an image is often crucial to the successful execution of a subsequent information processing algorithm [1]. Improving the quality of the image is one of the main goals in its processing. Consider the methods that are proposed to be used to improve the image quality of the bulk layer of agglomerate [9].

In the initial stage, the process is divided into 3 stages [2]:

1. Image Formation.

The step of forming an image involves entering an image into a program and pre-processing it [3]. The input of images of the charge layer is carried out using a photo / video camera. The system produces a continuous sequence of images at 60 frames/sec. The optical axis of the camera, which forms the image, is located perpendicular to the strip of the conveyor with the charge.

2. Preparatory stage.

At this stage, the image is transformed into a form that is convenient for further analysis [4] and its preparation for this analysis.

3. Parametric analysis.

At the stage of parametric analysis the basic technological characteristics of the bulk material are calculated [13].

Key words: bulk materials, sizing, digital images.

Виклад основного матеріалу. Для оцінки гранулометричного складу сипучих матеріалів потрібно алгоритмічне забезпечення [12], що дозволяє вирішувати основні завдання по обробці зображень. Розглянемо основні етапи побудови алгоритмічного забезпечення оптико-електронного методу контролю гранулометричного складу.

Алгоритм локального динамічного розділення.

Метод локального динамічного поділу [5], застосований для виділення гранул на оригінальному документі (рис. 2), представлений узагальненим алгоритмом [6], що складається з наступних основних етапів:

- 1) для кожного положення квадратної локальної області перевіряється умова виходу її межі за межі зображення;
- 2) для кожної точки всередині квадратної локальної області обчислюються відстані r_1, r_2, r_3, r_4 до чотирьох кутових точок цієї області, відповідно, і вагові коефіцієнти k_1, k_2, k_3, k_4 , що характеризують місцезнаходження точки щодо кожної з чотирьох кутових точок;
- 3) для кожної точки (x, y) квадратної локальної області обчислюється порогове значення T . Так, наприклад, для центральної точки локальної області значення порога T дорівнює середньому арифметичному значень інтенсивності кутових точок;

- 4) точка (x, y) квадратної локальної області відноситься до об'єкту, якщо її інтенсивність більше порогового значення $T(x, y)$, і до тла, якщо її інтенсивність менше або дорівнює $T(x, y)$.

Результатом роботи алгоритму є зображення (рис. 1), на якому світлі точки утворюють шматки сипучого матеріалу, а темні — проміжки між ними.

Алгоритми контурного розділення. Після фільтрації зображення необхідно застосувати до нього методи скелетизації і математичної морфології [7]. Скелетизації здійснюється шляхом зменшення товщини контуру до одного пікселя, при цьому відбувається видалення на кожній ітерації граничних пікселів, що не порушує загальну конфігурацію і зв'язність [8]. Тому кордони для визначення площі гранул збігаються (з деякою погрешністю) з реальними межами контурів.

Алгоритм методу скелетизації полягає в наступному:

- 1) створення точної копії вихідного зображення;
- 2) здійснюється обхід по всіх точках зображення маскою 3×3 . Таким чином, для кожної точки РВ з координатами (x, y) визначаються її сусідні точки P_1-P_8 ;
- 3) потоншення контура між гранулами здійснюється в два проходи:

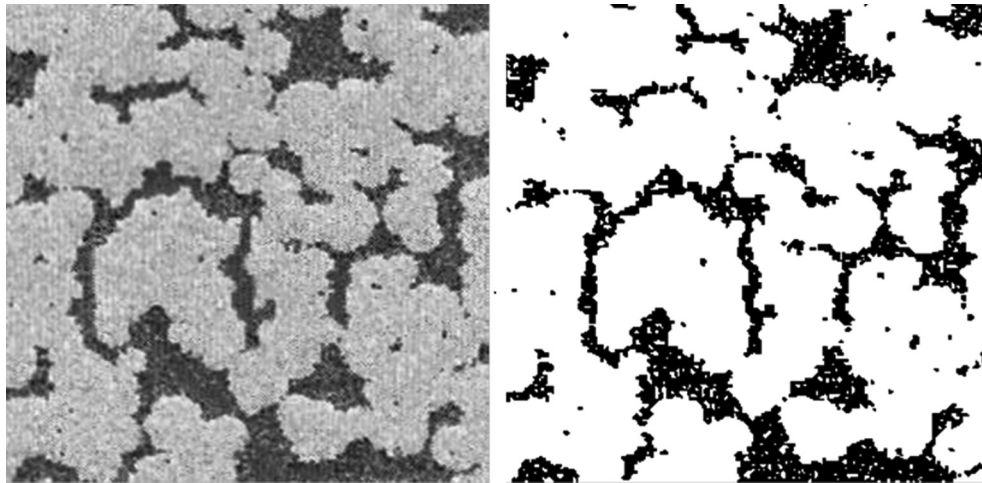


Рис. 1. Зображення до і після локального динамічного порогового поділу

- а) якщо серед точок P1, P3, P7 і точок P1, P3, P5 є чорні, кількість конфігурацій 01 навколо точки P0 — $(A(x, y)) = 1$ і сума $B(x, y)$ точок P1–P8 потрапляє в діапазон [2,6], тоді точка P0 видаляється;
- б) якщо серед точок P3, P5, P7 і точок P1, P5, P7 є чорні, кількість конфігурацій 01 навколо точки P0 — $(A(x, y)) = 1$ і сума $B(x, y)$ точок P1–P8 потрапляє в діапазон [2, 6], тоді точка P0 видаляється.

Після виконання скелетизації необхідно застосувати до зображення методи морфологічної фільтрації: розширення і відновлення кордонів [10]. Алгоритм розширення меж полягає в наступному:

- 1) для кожної точки зображення P0 матриці 3×3 перевіряється умова: чи має точка P0 заданий колір (параметр функції);
- 2) якщо умова вірна, то перевіряються всі крапки в околиці P1–P8. Якщо колір хоча б однієї точки в околиці відмінний від кольору точки P0, то точка P0 зафарбовується «протилежним» кольором.

Алгоритм відновлення кордонів [11] містить наступні етапи:

- 1) для кожної точки зображення P0 в матриці 3×3 визначається приналежність її до кінцевих точок. Для цього перевіряється наявність в околиці точки P0 білих точок. Обхід точок проводиться 4 рази: «південна» межа — P5, P6, P7, P8, P1, «східна» межа — P7, P8, P1, P2, P3, «північна» межа — P1, P2, P3, P4, P5, «західний кордон» — P3, P4, P5, P6, P7;
- 2) формується масив кінцевих точок;
- 3) обчислюється відстань між усіма парами масиву:

$$8 = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|;$$
- 4) ті точки, для яких 8 менше заданого параметра, з'єднуються. Результат скелетизації і морфологічної обробки представлений на рис. 2.



Рис. 2. Зображення після скелетизації і морфологічної

Після застосування вищевказаних методів обробки зображення на ньому чітко видно межі об'єктів, отже можна оцінити їх параметричні характеристики.

Висновки. Розроблено алгоритмічне забезпечення контролю гранулометричного складу сипучих матеріалів, що включає:

- алгоритм локального динамічного порогового поділу, заснований на обчисленні вагових коефіцієнтів точок локальної області та дозволяє підвищити точність визначення порогового рівня в умовах зашумлених зображень насипного шару агломерату;
- алгоритм контурного поділу локальної області поточного зображення, що використовує методи скелетизації і математичної морфології. Алгоритм дозволяє отримати результуюче зображення з чіткими контурами.

Проведено настройка, налагодження і тестування алгоритмів обробки відеоінформації на моделі зображень насипного шару агломерату.

Література

1. Бутаков, Е. А. Обработка изображений на ЕОМ / Е. А. Бутаков, В. И. Островский. М.: Радио та зв'язок, 1987.
2. Дворкович, А. В. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений / А. В. Дворкович, В. П. Дворкович [и др.]. М.: Металлургия, 1997.
3. Денисов, Д. А. Сегментация изображений на ЕОМ / Д. А. Денисов, В. А. Низовкин // Зарубіжна радіоелектроніка. 1985.
4. Берштейн, Р. С. Підвищення ефективності агломерації. / Р. С. Берштейн. — М.: Металлургія, 1979.
5. Робототехніка К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли.-М.: Мир, 1989.
6. A Survey on Image Segmentation / K. Fu and J. Mui, 1981.
7. Wang, W. 2008. Rock Particle Image Segmentation and Systems. 2008, Vienna, Source: Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications.
8. Carson, C., Belongie S., Greenspan H. and Malik J. 2002, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
9. Кукушкін, О. Н. Дослідження можливості визначення гранулометричного складу матеріалів в потоці методами мікрохвильової техніки / О. Н. Кукушкін, В. І. Головкин, Н. В. Михайлівський, А. В. Потапов, А. Ф. Хасянов, В. В. Скопин // Електрон, техн. Сер. 1. 1998.
10. Mesure optique de la granulometrie des matieres charges au haut fourneau / Moretti, J. M., 1990.
11. Digital Image Processing / Rafael C. Gonzalez, Richard E Woods, 1992.
12. Franklin J. A., Maerz, N. H. and Bennett, C. P. Rock mass characterization using photo analysis. Int. J. Mining Geological Engrg., 1988.
13. Determining size distribution of moving pellets by computer image processing / Granness, Steven, 1986.

References

1. Butakov, EA Image processing on computers / EA Butakov, VI Ostrovsky. M.: Radio and Communication, 1987.
2. Dvorkovich, AV Digital processing of television and computer images / AV Dvorkovich, VP Dvorkovich [et al.]. M.: Metallurgy, 1997.
3. Denisov, DA Segmentation of images on computers / DA Denisov, VA Nizovkin // Foreign radio electronics. 1985.
4. Berstein, RS Increasing the efficiency of agglomeration. / R. S. Berstein. M.: Metallurgy, 1979.
5. Robotics K. Fu, R. Gonzalez, K. Lee-M.: World, 1989.
6. A Survey on Image Segmentation / K. Fu and J. Mui, 1981.
7. Wang, W. 2008. Rock Particle Image Segmentation and Systems. 2008, Vienna, Source: Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications.
8. Carson, C., Belongie S., Greenspan H., and Malik J. 2002, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
9. Kukushkin, ON Investigation of the possibility of determining the particle size distribution of materials in the stream by microwave technique / O. N. Kukushkin, V. I. Golovko, N. V. Mikhailovsky, A. V. Potapov, A. F. Khasyanov, V. V. Skopin // Electron, Tech. Avg. 1. 1998.
10. Mesure optique de la granulometrie des Matieres charges au haut fourneau / Moretti, J. M., 1990.
11. Digital Image Processing / Rafael C. Gonzalez, Richard E Woods, 1992.
12. Franklin J. A., Maerz, N. H. and Bennett, C. P. Rock mass characterization using photo analysis. Int. J. Mining Geological Engrg., 1988.
13. Determining the size distribution of moving pellets by computer image processing / Granness, Steven, 1986.

Сапельнікова Олена Юріївна

асистент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Сапельникова Елена Юрьевна

ассистент

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Sapelnikova Elena

Assistant

Kyiv National University of Construction and Architecture

Карачевцева Людмила Анатоліївна

доктор технічних наук

Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова

Карачевцева Людмила Анатольевна

доктор технических наук

Институт физики полупроводников имени В.Е. Лашкарева

Karachevtseva Lyudmila

Doctor of Technical Sciences

Institute of Semiconductor Physics Lashkaryova

Панова Олена Василівна

кандидат технічних наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Панова Елена Васильевна

кандидат технических наук, доцент

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Panova Elena

PhD, Associate Professor

Kyiv National University of Construction and Architecture

Бурдейна Наталія Борисівна

кандидат педагогічних наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

Бурдейная Наталья Борисовна

кандидат педагогических наук, доцент

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Burdain Natalia

PhD, Associate Professor

Kyiv National University of Construction and Architecture

**ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНОСТІ ЛОКАЛЬНОГО
ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ В ОКИСЛЕНИХ СТРУКТУРАХ
МАКРОПОРИСТОГО КРЕМНІЮ З НАНОЧАСТИНКАМИ
ZnO ТА CdS НА ГРАНИЦІ «Si-SiO₂»**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ОКИСЛЕННЫХ СТРУКТУРАХ
МАКРОПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С НАНОЧАСТИЦАМИ
ZnO И CdS НА ГРАНИЦЕ «Si-SiO₂»**

DETERMINING THE STRENGTH OF THE LOCAL ELECTRIC FIELD IN OXIDIZED MACROPOROUS SILICON STRUCTURES WITH ZnO AND CdS NANOPARTICLES AT THE «Si-SiO₂» INTERFACE

Анотація. В даній роботі наведені результати досліджень локального електричного поля в структурах макропористого кремнію з нанопокриттями мікропористого кремнію, оксиду кремнію та нанокристалів A²B⁶ (ZnO та CdS). **Предмет дослідження роботи** – вимірювання оптичного поглинання в окислених структурах макропористого кремнію з наночастинками ZnO та CdS на границі «Si-SiO₂» у ближній ІЧ-області спектру. **Досліджено:** спектри ІЧ поглинання окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO (з товщиною оксиду 7 нм, 15 нм та 30 нм) і наночастинок CdS в поліетиленіміні (товщиною оксиду 7 нм, 15 нм та 30 нм). **Мета роботи** – визначення напруженості локального електричного поля в окислених структурах макропористого кремнію з наночастинками ZnO та CdS на границі «Si-SiO₂». **Розроблено:** побудовані залежності спектрального положення максимумів осциляцій для структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO та CdS від їх номеру, також побудовані залежності напруженості електричного поля від товщини оксиду для окислених структур макропористого кремнію без нанопокриттів та з нанопокриттям наночастинок ZnO та CdS. **Визначено** напруженість локального електричного поля на границі «Si-SiO₂ – нанопокриття ZnO і CdS» методом ІЧ-поглинання. Для структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO напруженість електричного поля змінюється від 5,6·10⁴ В/см до 6,3·10⁴ В/см з ростом товщини оксиду. Залежності спектрального положення максимумів осциляцій від їх номеру для окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS є лінійними; напруженість електричного поля для окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS змінюється від 5,07·10⁴ В/см до 5,3·10⁴ В/см і є меншою у порівнянні з нанопокриттям наночастинок ZnO.

Ключові слова: макропористий кремній; границя Si-SiO₂; CdS і ZnO нанокристали; окислені структури; напруженість локального електричного поля; ефект Ванье-Штарка.

Аннотация. В данной работе приведены результаты исследований локального электрического поля в структурах макропористого кремния с нанопокрывтием микропористого кремния, оксида кремния и нанокристаллов A²B⁶ (ZnO и CdS). **Предмет исследования данной работы** – измерение оптического поглощения в окисленных структурах макропористого кремния с наночастицами ZnO и CdS на границе «Si-SiO₂» в ближней ИК-области спектра. **Исследовано:** спектры ИК поглощения окисленных структур макропористого кремния с нанопокрывтием наночастиц ZnO (с толщиной оксида 7 нм, 15 нм и 30 нм) и наночастиц CdS в полиэтиленимине (толщиной оксида 7 нм, 15 нм и 30 нм). **Цель работы** – определение напряженности локального электрического поля в окисленных структурах макропористого кремния с наночастицами ZnO и CdS на границе «Si-SiO₂». **Разработано:** построены зависимости спектрального положения максимумов осцилляций для структур макропористого кремния с нанопокрывтием наночастиц ZnO и CdS от их номера, также построены зависимости напряженности электрического поля от толщины оксида для окисленных структур макропористого кремния без нанопокровтий и с нанопокрывтием наночастиц ZnO и CdS. **Определены** напряженность локального электрического поля на границе «Si-SiO₂ – нанопокрывтие ZnO и CdS» методом ИК-поглощения. Для структур макропористого кремния с нанопокрывтием наночастиц ZnO напряженность электрического поля изменяется от 5,6·10⁴ В/см до 6,3·10⁴ В/см с ростом толщины оксида. Зависимости спектрального положения максимумов осцилляций от их номера для окисленных структур макропористого кремния с нанопокрывтием наночастиц CdS являются линейными; напряженность электрического поля для окисленных структур макропористого кремния с нанопокрывтием наночастиц CdS меняется от 5,07·10⁴ В/см до 5,3·10⁴ В/см и меньше по сравнению с нанопокрывтием наночастиц ZnO.

Ключевые слова: макропористый кремний; граница Si-SiO₂; CdS и ZnO нанокристаллы; окисленные структуры; напряженность локального электрического поля; эффект Ванье-Штарка.

Summary. This paper presents the results of studies of the local electric field in macroporous silicon structures with nanocoating of microporous silicon, silicon oxide, and A²B⁶ nanocrystals (ZnO and CdS). **The subject of this study** is the measurement of optical absorption in oxidized structures of macroporous silicon with ZnO and CdS nanoparticles at the «Si-SiO₂» interface in the near-infrared region of the spectrum. **Investigated:** IR absorption spectra of oxidized structures of macroporous silicon with nanocoating of ZnO nanoparticles (with an oxide thickness of 7 nm, 15 nm, and 30 nm) and CdS nanoparticles in polyethyleneimine (oxide thickness of 7 nm, 15 nm, and 30 nm). **The purpose of this work** is to determine the local electric field strength in the oxidized structures of macroporous silicon with ZnO and CdS nanoparticles at the «Si-SiO₂» interface. **Developed** – the dependences of the spectral position of the oscillation peaks for macroporous silicon structures with nanocoating of ZnO and CdS nanoparticles on their number were constructed, and the electric field strength on the oxide thickness for oxidized macroporous

silicon structures without nanocoatings and with nanocoating of ZnO and CdS nanoparticles was constructed. The local electric field strength at the «Si-SiO₂ – ZnO and CdS nanocoating» interface was determined by IR absorption. For macroporous silicon structures with nanocoating of ZnO nanoparticles, the electric field strength varies from $5,6 \cdot 10^4$ V/cm to $6,3 \cdot 10^4$ V/cm with increasing oxide thickness. The dependences of the spectral position of the oscillation maxima on their number for the oxidized structures of macroporous silicon with nanocoating of CdS nanoparticles are linear; the electric field strength for the oxidized structures of macroporous silicon with nanocoating of CdS nanoparticles varies from $5,07 \cdot 10^4$ V/cm to $5,3 \cdot 10^4$ V/cm and less compared to nanocoating of ZnO nanoparticles.

Key words: macroporous silicon; the boundary of Si-SiO₂; CdS and ZnO nanocrystals; oxidized structures; local electric field strength; Wannier-Stark effect.

Вступ. В даний час спостерігається значний інтерес до напівпровідникових нанокристалів (квантових точок) на основі сполук A²B⁶. Це пов'язано з успіхами, досягнутими колоїдною хімією у синтезі таких структур. Група американських дослідників з Рочестерського університету і компанії Eastman Kodak створила перші в світі світловипромінюючі напівпровідникові нанокристали, які забезпечують безперебійне світіння протягом декількох годин. У 2009 році групі вчених з Лос-Аламоської національної лабораторії Каліфорнійського університету вдалося розробити повністю неорганічні багатобарвні світлодіоди на основі колоїдних квантових точок, інкапсульованих в нітрид галію. Введення нанокристалів в діелектричну матрицю призводить до істотної зміни спектрального положення, інтенсивності фотолюмінесценції, прояву додаткових спектральних максимумів. Отже, можливість контролю оптичних властивостей при варіюванні розміру нанокристалів та матеріалу діелектричної матриці дозволяє створити на їх основі дешеві і технологічні світловипромінюючі структури, включаючи лазери

із змінною довжиною хвилі, неорганічні світлодіоди та кольорові дисплеї.

Постановка завдання. Визначення напруженості локального електричного поля в окислених структурах макропористого кремнію з наночастинками ZnO та CdS на границі «Si-SiO₂».

Виклад основного матеріалу. У даній роботі проведено порівняння спектрів ІЧ поглинання очищених та неочищених зразків макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 5–30 нм та визначена напруженість електричного поля на границі Si-SiO₂. Також проаналізовані спектри ІЧ поглинання очищених та неочищених зразків макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 5–30 нм та нанопокриттями ZnO та CdS; визначена напруженість електричного поля на границі Si-SiO₂ для таких зразків по спектрах ІЧ поглинання; проаналізована залежність амплітуди осциляцій поглинання ΔA від поглинання A , яка є еквівалентною залежності часу розсіяння електронів τ від енергії електронів E .

Наночастинки ZnO. Спектри ІЧ поглинання окислених структур макропористого кремнію з нанопо-

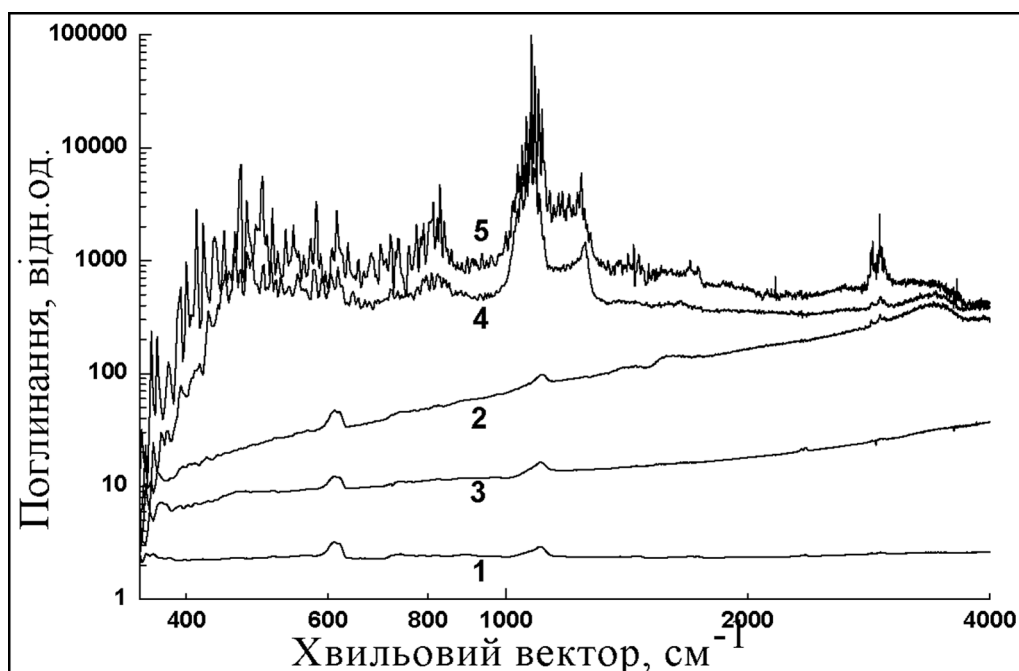


Рис. 1. Спектри ІЧ поглинання кремнієвої підкладки (1), структури макропористого кремнію (2) та окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO з оксидом товщиною: (3) — 7 нм, (4) — 15 нм, (5) — 30 нм

криттям наночастинок ZnO товщиною оксиду 7 нм, 15 нм та 30 нм наведені на рис. 1. Поглинання світла найбільш істотне в спектральній області *Si-O*, *Si-H*, *O-H* зв'язків. Осциляції з'являються для товщин оксиду 15 нм та 30 нм; амплітуда осциляцій зростає із збільшенням товщини оксиду.

За аналогією з окисленими структурами макропористого кремнію крім ТО-фононного піку 1086 см^{-1} формується також пік поглинання LO-фононом (1256 см^{-1}) завдяки розповсюдженню падаючого випромінювання вздовж поверхні циліндричних макропор. Крім того, в цій спектральній області формуються додаткові піки в сторону збільшення енергії фотонів від піку поглинання LO-фононом, пов'язані з багатофононними поляритонами: 1447 см^{-1} , 1646 см^{-1} і 1880 см^{-1} , які окремо наведені на рис. 1.

В залежностях спектрального положення максимумів осциляцій від їх номеру (рис. 1 та рис. 2) для окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO виникає перегин при енергіях фотонів в області 2000 см^{-1} . Перегин може бути пов'язаний зі зниженням поглинання (мінімум спектральної залежності поглинання) завдяки поляритонним ефектам.

Напруженість електричного поля ($F = \Delta E/a$) змінюється від $5,6 \cdot 10^4\text{ В/см}$ до $6,3 \cdot 10^4\text{ В/см}$ (рис. 3, рис. 4, табл. 1) для структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO.

Наночастинки CdS. Спектри ІЧ поглинання окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS в поліетиленіміні та товщиною оксиду 7 нм, 15 нм та 30 нм наведені на

Таблиця 1

Напруженість електричного поля для структур макропористого кремнію без та з нанопокриттям наночастинок ZnO

$d_{\text{oxi}}, \text{ нм}$	$F_s \cdot 10^{-4}, \text{ В/см}$	$F_s \cdot 10^{-4}, \text{ В/см (ZnO)}$
7	5,8	5,6
15	4,76	6,2
30	5,04	6,3

рис. 5 та рис. 6. Поглинання світла найбільш істотне в спектральній області *Si-O*, *Si-H*, *O-H* зв'язків і органічних сполук. Осциляції з'являються для товщин оксиду 15 нм та 30 нм; амплітуда осциляцій для товщини оксиду 30 нм більша в області *Si-O-Si* зв'язків і менша в області *Si-O* зв'язків у порівнянні з товщиною оксиду 15 нм.

Спектри ІЧ поглинання окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS в поліетиленіміні та товщиною оксиду 15 нм та 30 нм мають інтенсивні ТО- (1086 см^{-1}) та LO — (1256 см^{-1}) фононні піки (рис. 6). Виміряні також піки поглинання органічними сполуками — 1447 см^{-1} , 1646 см^{-1} і 1880 см^{-1} , пов'язані з багатофононними поляритонами.

Залежності спектрального положення максимумів осциляцій від їх номеру (рис. 7) для окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS є лінійними. Напруженість електричного поля слабо змінюється від $5,07 \cdot 10^4\text{ В/см}$ до $5,3 \cdot 10^4\text{ В/см}$ (рис. 8 та табл. 2) і є меншою у порівнянні з нанопокриттям наночастинок ZnO (табл. 1).

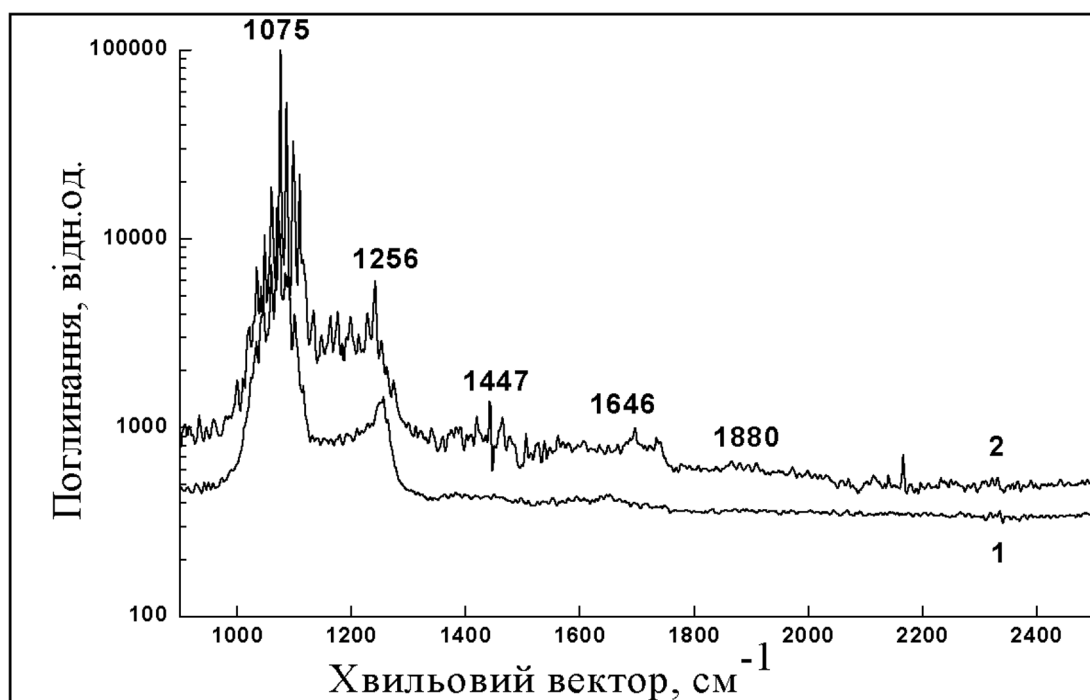


Рис. 2. Фрагмент спектрів ІЧ поглинання окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO з товщиною оксиду: (1) — 15 нм, (2) — 30 нм

Таблиця 2

Напруженість електричного поля для структур макропористого кремнію без та з нанопокриттям наночастинок CdS

d_{oxi} , нм	$F_s \cdot 10^{-4}$, В/см	$F_s \cdot 10^{-4}$, В/см (CdS)
7	5,8	5,3
15	4,76	5,1
30	5,04	5,07

Амплітуда осциляцій DA є пропорційною часу розсіяння електронів $G^{-1} \sim \tau$. З другого боку, поглинання A є пропорційним комплексній діелектричній

проникності, яка залежить від напруженості електричного поля та енергії електронів. Залежності амплітуди осциляцій DA від поглинання A для зразків макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 15 нм та 30 нм та нанокристаллами ZnO та CdS наведені на рис. 9 для поверхневих Si-O станів і підпорядковуються закону «3/2» (тобто, отримані результати відповідають $\tau \sim E^{3/2}$) за виключенням макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 30 нм та нанокристаллами Zn O.

Висновки

1. Побудовані залежності спектрального положення максимумів осциляцій для структур макро-

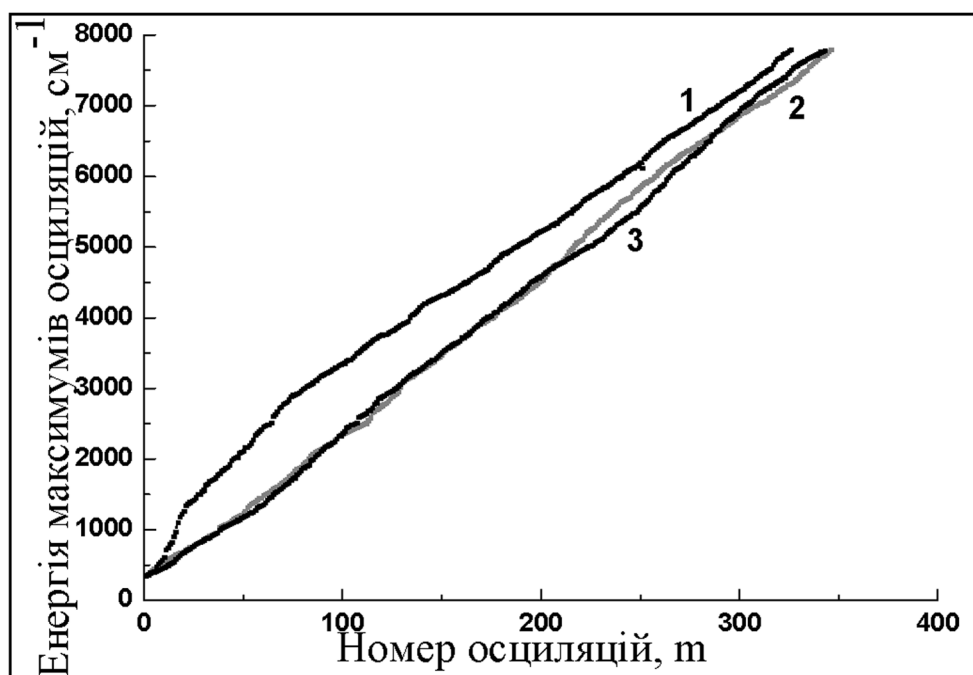


Рис. 3. Спектральне положення максимумів осциляцій для структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO та товщиною оксиду: (1) — 15 нм, (2) — 30 нм

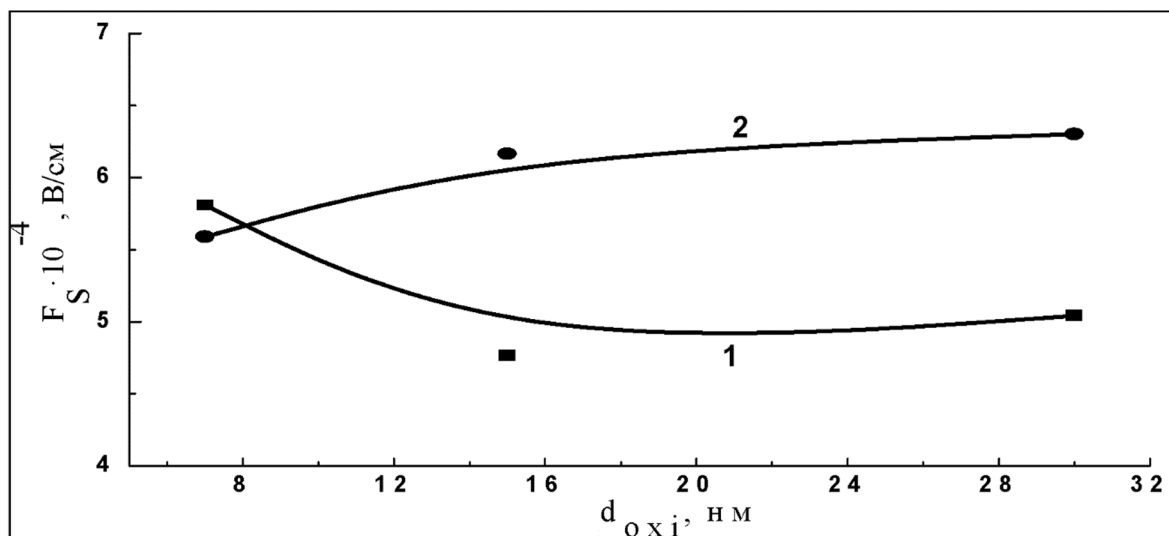


Рис. 4. Залежності напруженості електричного поля від товщини оксиду для окислених структур макропористого кремнію без (1) та з нанопокриттям наночастинок ZnO (2)

пористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO та CdS від їх номеру є лінійними.

2. Визначено напруженість локального електричного поля на границі «Si-SiO₂ — нанопокриття ZnO і CdS» методом ІЧ-поглинання:

а) напруженість електричного поля для структур макropористого кремнію з нанопокриттям наночастинок ZnO змінюється від $5,6 \cdot 10^4$ В/см до $6,3 \cdot 10^4$ В/см з ростом товщини оксиду;

б) напруженість електричного поля для окислених структур макropористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS змінюється від $5,07 \cdot 10^4$ В/см до $5,3 \cdot 10^4$ В/см і є меншою у порівнянні з нанопокриттям наночастинок ZnO.

3. Побудовані залежності напруженості електричного поля від товщини оксиду для окислених структур макropористого кремнію без нанопокриттів та з нанопокриттям наночастинок ZnO та CdS.

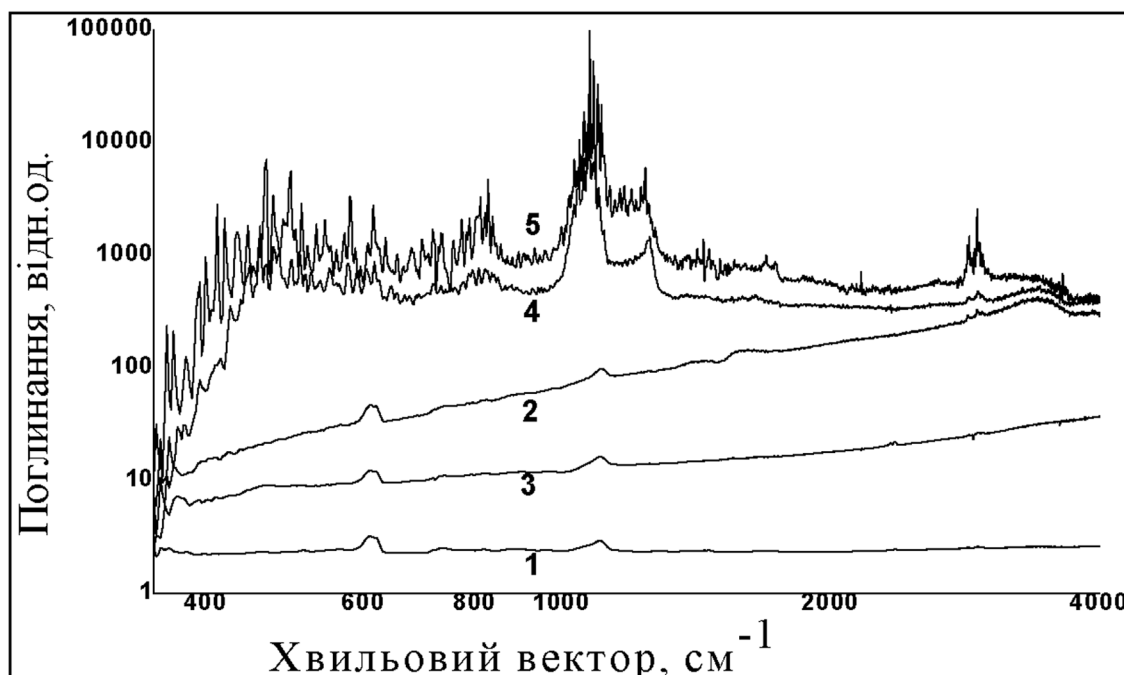


Рис. 5. Спектри ІЧ поглинання кремнієвої підкладки (1), структури макropористого кремнію (2) та окислених структур макropористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS та товщиною оксиду: (3) — 7, (4) — 15, (5) — 30 нм

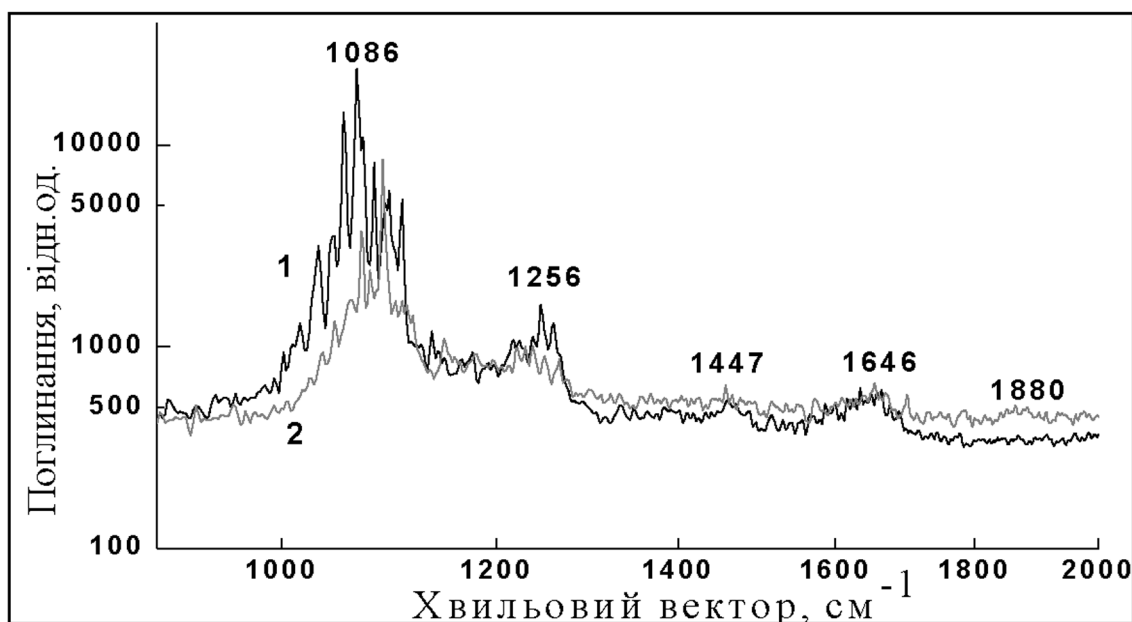


Рис. 6. Фрагмент спектрів ІЧ поглинання окислених структур макropористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS та товщиною оксиду: (1) — 15, (2) — 30 нм

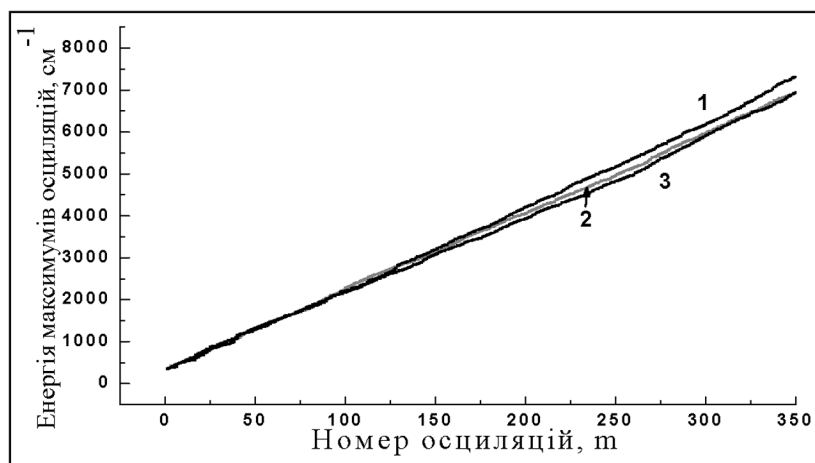


Рис. 7. Спектральне положення максимумів осциляцій для окислених структур макропористого кремнію з нанопокриттям наночастинок CdS та товщиною оксиду: (1) — 7, (2) — 15, (3) — 30 нм

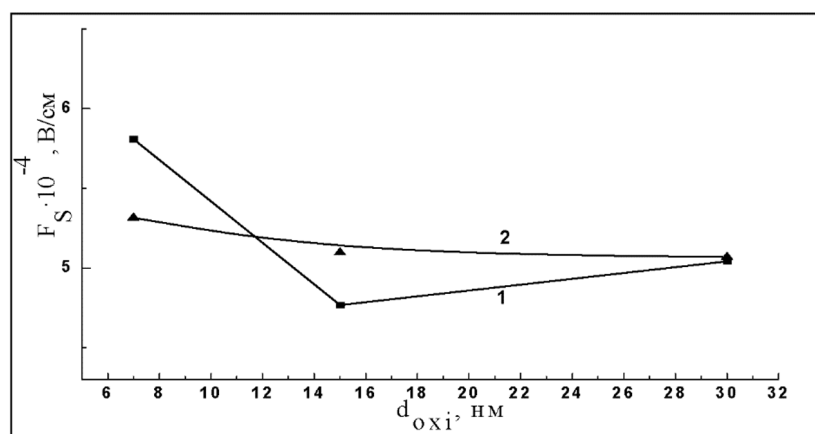


Рис. 8. Залежності напруженості електричного поля від товщини оксиду для окислених структур макропористого кремнію без (1) та з (2) нанопокриттям наночастинок CdS

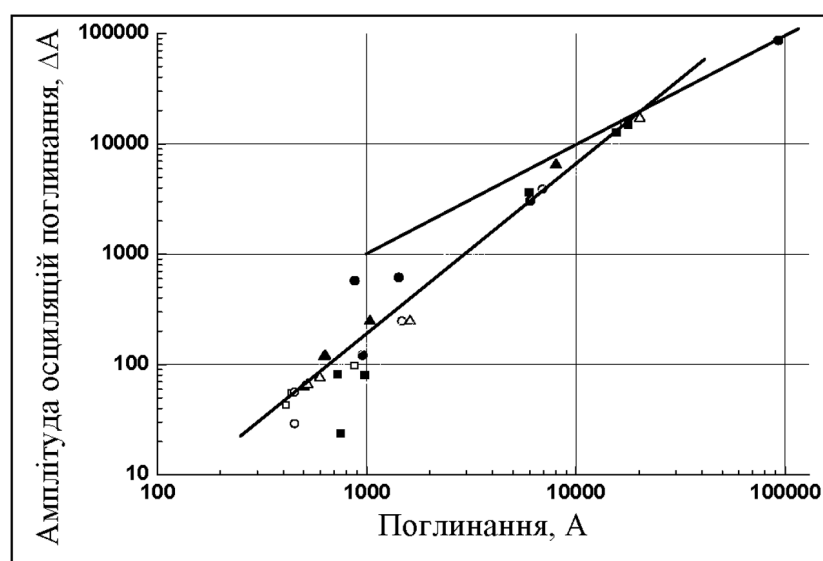


Рис. 9. Залежності амплітуди осциляцій поглинання ΔA від поглинання A для поверхневих $Si-O$ станів для зразків макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 15 нм (\square , \circ , \triangle) та 30 нм (\blacksquare , \bullet , \blacktriangle) без нанопокриття (\square , \blacksquare) та з нанокристаллами ZnO (\circ , \bullet) та CdS (\triangle , \blacktriangle)

Амплітуда осциляцій DA є пропорційною часу розсіяння електронів $G^{-1} \sim \tau$ для зразків макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 15 нм та 30 нм та нанокристаллами ZnO та CdS для поверхневих $Si-O$ станів і підпорядковуються зако-

ну « $3/2$ » (тобто, отримані результати відповідають $\tau \sim E^{3/2}$) за виключенням макропористого кремнію з поверхневим оксидом товщиною 30 нм та нанокристаллами ZnO.

Література

1. Karachevtseva L., Kuchmii S., Lytvynenko O., Sizov F., Stronska O., Stroyuk A. Oscillations of light absorption in 2D macroporous silicon structures with surface nanocoatings // *Applied Surface Science*. 2011. Vol. 257. N8. PP. 3331–3335.
2. Karachevtseva L. A., Kuchmii S. Ya., Konin K. P., Lytvynenko O. O., Stroyuk A. L., Room temperature Wannier-Stark effect in 2D macroporous silicon structures with nanocoatings // *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. 2011. V. 2. N2. PP. 105–113.
3. Карачевцева Л. А., Кучмій С. Я., Стрюк О. Л., Литвиненко О. О., Раєвська О. Є., Гродзюк Г. Я., Стронська О. Й. Фотолюмінесценція структур макропористого кремнію з шарами SiO₂ та нанокристаллами CdS // МНПІК «Сучасні інформаційні та електронні технології». Одеса. 2013. С. 183–185.
4. Карачевцева Л. А., Кучмій С. Я., Стрюк А. Л., Литвиненко О. А., Раевская А. Е., Гродзюк Г. Я., Стронская Е. И. Фотолюмінесценція нанокристаллов CdS на структуризованих кремнієвих підложках // *Нано-размерные системы и наноматериалы: исследования в Украине / Под ред. А. Г. Наумовца*. К.: Академперіодика, 2014. С. 662–667.
5. Karachevtseva L., Kuchmii S., Lytvynenko O., Parshyn K., Stroyuk O., Bo Wang. Influence of local electric fields on the photoluminescence of CdS nanocrystals on the oxidized macroporous silicon surface // *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. 2015. Vol. 6, № 4. PP. 479–485.
6. Karachevtseva L. A., Lytvynenko O. O., Konin K. P., Parshyn K. A., Stronska O. J. Electro-optical effects in 2D macroporous silicon structures with nanocoatings // *Chemistry, Physics and Technology of Surface*. 2015. Vol. 6. № 4. PP. 479–485.
7. Yu Z., Guo L., Du H., Krauss T. D., and Silcox J. Shell distribution on colloidal CdSe/ZnS quantum dots // *Nano Lett.* 2005. Vol. 5. P. 565.
8. Henglein A. Nanoclusters of Semiconductors and Metals // *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* 1997. Vol. 101. № 4. PP. 1562–1572.
9. Bahnemann D. W. Ultrasmall Metal Oxide Particles: Preparation, Photophysical Characterization, and Photocatalytic Properties // *Isr. J. Chem.* 1993. Vol. 33, № 1. PP. 115–136.
10. Bahnemann D. W., Kormann C., Hoffmann M. R. Preparation and Characterization of Quantum Size Zinc Oxide: A Detailed Spectroscopic Study // *J. Phys. Chem.* 1987. Vol. 91, № 14. PP. 3789–3798.
11. Михеев В. И. Рентгенографический определитель минералов. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 869 с.
12. Karachevtseva L., Kuchmii S., Lytvynenko O., Sizov F., Stronska O. and Stroyuk A. Oscillations of light absorption in 2D macroporous silicon structures with surface nanocoatings // *Applied Surface Science*. 2011. Vol. 257. № 8. P. 3331–3335.
13. Yu W. W., Qu L., Guo W., Peng X. Experimental Determination of the Extinction Coefficient of CdTe, CdSe, and CdS Nanocrystals // *Chem. Mater.* 2003. Vol. 15. № 14. P. 2854–2860.
14. de Mello Donega C., Koole R. Size Dependence of the Spontaneous Emission Rate and Absorption Cross Section of CdSe and CdTe Quantum Dots // *J. Phys. Chem. C*. 2009. Vol. 113. № 16. PP. 6511–6520.
15. Vossmeier T., Katsikas L., Giersig M., Popovic I. G., Diesner K., Chemseddine A., Eychmuller A., Weller H. CdS Nanoclusters: Synthesis, Characterization, Size Dependent Oscillator Strength, Temperature Shift of the Excitonic Transition Energy, and Reversible Absorption Shift // *J. Phys. Chem.* 1994. Vol. 98, № 31. PP. 7665–7771.
16. Torimoto T., Kontani H., Shibutani Y., Kuwabata S., Sakata T., Mori H., Yoneyama H. Characterization of Ultrasmall CdS Nanoparticles Prepared by the Size-Selecting Photoetching Technique // *J. Phys. Chem. B*. 2001. Vol. 105. № 29. PP. 6838–6845.
17. Tomasulo A., Ramakrishna M. V. Quantum confinements effects in semiconductor clusters. II. // *J. Chem. Phys.* 1996. Vol. 105. № 9. PP. 3612–3618.
18. Lippens P. E., Lannoo M. Calculation of the band gap for small CdS and ZnS crystallites // *Phys. Rev. B*. 1989. Vol. 39. № 15. PP. 10935–10942.
19. Chestnoy N., Harris T. D., Hull R., Brus L. E. Luminescence and Photophysics of Cadmium Sulfide Semiconductor Clusters: The Nature of the Emitting Electronic State // *J. Phys. Chem.* 1986. Vol. 90. № 15. PP. 3393–3399.
20. Yu P. Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties / P. Yu. M. Cardona. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999.

Mamashaeva Mastura Mamasolievna*Senior Teacher**Namangan State University***Mamashaev Muzaffar Abdumalikovich***Teacher**Namangan Institute of Civil Engineering***Soliyeva Makhfuza Mamasolievna***Teacher of the School No. 11 in**Uychi District*

MASHRAB THROUGH THE EYES OF GERMAN ORIENTALIST MARTIN HARTMAN

Summary. In this article we will study the heritage of the poet Boborahim Mashrab in Germany, in particular by the German orientalist Martin Hartmann.

Key words: Shah Mashrab, a world-renowned scientist, “Wonderful dervish or saintly atheist”, “King Mashrab”, “Devoni Mashrab”.

After gaining independence, our people have a growing interest in learning about their country, their language, culture, values and history. This is natural. There are people who want to know their ancestors, their ancestry, the history of their native village, city, and finally their homeland.

Today the world recognizes that our homeland is one of the cradles of not only the East but also of the world civilization. From this ancient and blessed soil, great scientists, scholars, scholars, commanders were born. The foundations of religious and secular sciences have been created and adorned on this earth. Thousands of manuscripts, including the history, literature, art, politics, ethics, philosophy, medicine, mathematics, physics, chemistry, astronomy, architecture, and agriculture, from the earliest surviving manuscripts, to records, are stored in our libraries. The works are our enormous spiritual wealth and pride. Such a legacy is rare in the world.

The time has come for the careful study of these rare manuscripts, which combine the centuries-old experience of our ancestors, with their religious, moral and scientific views. Certainly, a great part of our spirituality was created by our scientists and poets. The great Navoi, Fuzuli, Bedil, Sufi Alloyor and thousands of other sultans have introduced our nation and homeland to the world. Among them is the name of Boborahim Mashrab, son of Mulla Vali, poet and philosopher of our compatriot, fellow countryman. The study of Jahongashta's epic and dervish's contribution to Oriental literature has more than 300

years of history. We can cite Uzbek scholars, Russian Orientalists and other foreign researchers.

Our main purpose is to reflect on the study of our compatriot Boborahim Mashrab in the West, mainly in Germany. This is a new topic for our literary studies. Because of our independence, NamDU faculty and students also have connections with many major universities, libraries, renowned research centers and scholars around the world. In particular, our contacts with such institutions as the Federal Republic of Germany and Switzerland, the Berlin State Library, the State Library of Bavaria, the Leipzig University, and the Free University of Berlin have brought a lot of new information on the study of Oriental thinkers abroad. In particular, the personality and works of the poet Mashrab were well known in the West. It has been studied by many Western scholars. We will focus on the study of German scientists by Boborahim Mashrab.

Consistent and scientific study of the life and works of the poet in the West — in Europe — began in the 19th century. Among the German scholars who contributed to the study of engineering are the names of Martin Hartmann and Annamaria Shimmel.

Martin Hartmann was a great German orientalist and Islamic scholar who was born on December 9, 1851 in Wórsław, Poland. He received his doctorate in 1875. From 1887 until his death in 1918, he taught at the Department of Oriental Languages in Berlin. As a professor, he is working on Islamic studies in Berlin. Numerous perspectives have emerged on the basis of

myriad studies in Islamic education, many of which are published in the *Die Welt des Islams* magazine and in the *Deutsche Gesellschaft fuer Islamkunde* (German Society for Islamic Studies).

The main work of the German orientalist in the field of Mashrab is his book “The wise dervish or saint atheist.” In writing this book, Hartmann relied on Boborahim Mashrab’s book *Shah Mashrab* and *Devoni Mashrab*. Let’s go back to where the scientist got these books.

In the late 19th and early 20th centuries, intellectuals in Central Asia published a number of books in Turkey for the needs of Turkistan. Abdullaev’s report “B. Mashrab. On pages 24–25 of the book *Mab dai Nur*, “We know that *Mab dai Nur* has been published six times,” the year, place, who was supposed to publish these books and the order number set by the Institute of Oriental Studies of the Academy of Sciences of Uzbekistan. Below the 6 digits, we read:

... published in the Mahmudbek printing press in Istanbul in the year 1319 AH (1901 AD), presumably by Siddiq Khoja Khojandi (p. 340)

To reiterate the words of the teacher, we quote from a preface to Martin Hartman’s book *The Wisdom of the Dervish, or of the Sacred Genius*, in August 1902:

... All of a sudden I did it. One of the Istanbul bookstores showed up and read two lithographical books in the autumn of 1901, at my request for literature in Central Asia. One is *Huvaido’s poetic devil*, the other is *Mashrab’s poetic devil*: the first book is a collection of poems by Hodja Nazir Jumaniy, and “*Devoni Mashrab*” is a collection of poems by a Mashrab ...

Martin Hartmann has written exactly how he found “*Devoni Mashrab*”, but we do not know how he got his masterpiece. One of the footnotes in the text of the book “*The Wisdom Dervish or the saint atheist*” reads:

... In addition to the Istanbul lithography published on the first day of Rabi ul-End in 1318 AH, I also have a 158-page book, *Shah Mashrab*, published in Tashkent by Brother Portsevs in 1316 and censored on October 2, 1898.

The German orientalist reads these books carefully, ignoring every single event in it. Inspired by them, he wrote his book, “*The Wonderful Dervish or the Sacred Genius*” in 1902. and commenting on the event. He also accurately describes the location of Namangan:

“This city of Russian Turkestan has a population of 62,000 and is currently 65 versts (1v = 1,067km) from Margilan, and Margilan is located on the Samarkand-Andijan road.”

As you can see from these examples, the scholar has widely studied Central Asia. He also touched upon other scholars who came from the city of Namangan to study

Mashrab. He referred to F. Schwartz’s book *Turkistan*. In addition, Hartmann will be more informed by his letters with Johannes Avetaranian, a Hungarian orientalist who has lived in Kashgar for many years. Avetaranian’s home in Kashkara contains information about Boborahim Mashrab and his teacher, Ofokhodja, and contains missing, beautifully written manuscripts and inscriptions from “*Shah Mashrab*” and “*Devoni Mashrab*”.

Martin Hartmann, in his book *The Wise Dervish or the Sacred Genius*, explains the different cities, individuals, and legends. After writing this book, he set out on an expedition to the cities and villages of present-day Kashgar, Afghanistan, Kyrgyzstan, and Uzbekistan in early 1903 to see firsthand what happened in the story and to collect new material. During the trip, she will meet the people of Mashrab and the items stored there, as well as people who have information about the dervish poet and his elder, Ofok Khoja. He visited cities and villages, and conducted numerous conversations and information with ordinary people, scholars, mullahs, and rulers. When he returned home, in the end of 1903, he wrote an article entitled “*Step by Step*,” based on the results of the trip. The article was published in the 9th issue of the *Orientalische Literaturzeitung* (Orientalische Literaturzeitung) newspaper. He wrote this article in response to a lecture on “*Islam in Persia*” by Oriental scientist I. Goldstein at the International Orientalist Congress in Paris in 1900. As we read the article, we see that every historical fact, person and date, as well as the narratives cited in “*Shah Mashrab*” are not ignored by the scholar. The work presents the thoughts, memories, and hearings of Mashrab, young and old, young and old, educated or ordinary. In particular, a Kyrgyz boy from Oksalur said that Mashrab was the saint who sacrificed his horse to the tomb, and he was the only person who came to the heart of this boy. The work also shows the respect and respect of the German scholar for the local population. Although many facts and arguments are given in it, the date of Mashrab’s death is 1105 (1693 AD). The reason for this error can be explained by two facts:

The English-orientalist Hovart included two rulers in Afghanistan in his book *Turkistan*. The first is Mahmud Otaliq and the second is Mahmudjon. The first is how Hobart died in Mahmud Otaliq’s book. According to the opinion of Professor I. Abdullaev, published in 1994 It’s fun. In the books *Mab dai Nur* and J. Yusupov “*Mehribonim register*”, the year of death of our compatriot is precisely 1711 years. In short, the German orientalist Martin Hartmann made a significant contribution to Mashrab in his work on the Mashrab heritage.

References

1. “*Erben der Seidenstrasse. Uzbekistan* “.Herausgeber: J. Calter, M. Pavaloy. London, Stuttgart, Berlin.
2. The study of Mashrab’s life and work in the West. Tojihojaev, “*Talking*” newspaper, July 30, 1998.
3. *Step by Step*, M. Tadjikhojaev, “*Talking*” newspaper, 1998.
4. Martin Hartmann “*Der weise Narr und fromme Ketzer*” Berlin, 1902.
5. Martin Hartmann “*Chademgai*”, “*Orientalische Literaturzeitung*”, 1903.

Sydykov Kasymjon
Associate Professor
Namangan State University

FEATURES OF THE ARTISTIC TRANSLATION OF YUSUF KHOS HAJIB'S WORK "KUTADGU BILIG"

Summary. This article examines the features of the literary translation of the work of the great thinker Yusuf Khos Hajib "Kutadgu Bilig" into English and Russian languages who lived and worked in the XI century.

Key words: "Kutadgu Bilig", Yusuf Khos Hajib, quartet, fiction translation

It is no wonder that "Kutadgu Bilig" as a Turkic monument attracts the attention of world Turkic scholars very seriously. In Uzbekistan, the study and research of Yusuf Khos Hajib's "Kutadgu Bilig" is no less the work of foreign scientists. First of all, it is appropriate to name A. Fitrat, N. Mallaev, K. Karimov, B. Tukhliiev, K. Sadykov and others as the founders of the Uzbek large school of knowledge. Thanks to the efforts of these scholars, the interest in studying the general linguistic and poetic aspects of the "Kutadgu Bilig" and the determination of the global status of the work was increased.

Didactic poem, written in poetic form, "Kutadgu Bilig". Its poetic form, based on the fourfold, has a long tradition. According to R. Orzibekov: "He has done research on Turkish literature ... Fuod Bridge, T. Kavalsky, M. Khamroyev, E. Rustamov, M. Yunusov and others. They say that the influence of the ancient foursome in Turkish literature has played an important role. "We can include I. Hakkulov, M. Mamatkulov and others.

It is well known that "Kutadgu Bilig" is written in a satirical form, in Aruz's great pleasure. It is worth noting that a number of scientific studies have been done on the genre characteristics of Kutadgu Bilig. The research of R. R. Arat, A. A. Valitova, I. V. Stebleva, B. Tuhliiev and others in this regard deserves special attention. This poetic form, which began with Yusuf Khos Hajib's "Kutadgu bilig", published analytical conclusions about the poetry of the articles, as well as individual booklets, by Ahmad Yugnaki's "Hibat ul-hakayiq", Khorezmi's "Muhabbatnoma" and "Yusuf and Zulaikho", Continued in the Hamsa of Navoi. Yusuf Khos Hajib is one of the founders of the Turkic epic tradition. Many studies have seriously considered:

"Consequently, attitudes towards social life and philosophical understanding of life were further deepened by the works of Ahmad Yugnaki, Haider Khorezmi, and Alisher Navoi, who passed away after

Yusuf Hos Hajib, and of course, the merits of Yusuf Khos Hajib are endless."

Some of the bytes in the "Hibat al-Haqq" prove that Ahmed relied on the views of Yusuf Khos Hajib".

The four are an independent, meaningfully completed poetic form with a clear, concise expression. M. Mamatkulov's opinion regarding the use of the Quartet in Turkic poetry is also valid: Fourteen has been widely used in Turkic folklore since ancient times. The quartet is the basis of folk songs. After the Turks converted to Islam, Aruz's status in the written literature increased and became the main focus of Turkish poetry. This phenomenon is explained by the need for poetry in this period".

It is also worth mentioning the positive effects of the Yusuf Hosib Quartet on many artists in recent times. In particular, MFKupulizoda argues that the four quadrupeds in the Qasas ul-anbiya composition are based on the tradition of Qutadgu Bilig and Hibat ul-Haq. Different opinions were also expressed on the number of quartets in the work. Therefore, it is worth noting the four aspects of the work that have been studied in the light of literary criticism. Scientists have differing opinions on the number of quadrupeds in the "box" In particular, "Fitrat said that they are over 182, Iv Stebleva more than 200, X. Usmonov more than 50, A. N. Samoylovich 202 and K. Karimov 205. Later, by comparing the three manuscripts of the work, it was revealed that they were 210".

The issue of the author of the quartet was also controversial. A number of scholars, including A. Fitrat and H. Usmanov, attributed them to other authors, while others asserted that some of the four works belong to the author and others to the authors. The question arises, who are the authors? This question remains open. AA Valitova and K. Karimov noted that the majority of the quartet belong to Yusuf Khos Hajib, and some are related to folklore. Here it is necessary to distinguish between the development of

communication. This is because the human factor is at the center of the idea of the fourfold work. When a writer or poet lives and works in a human society, it is not possible for him to create his own ideas. It means that every writer lives within the ideals of society. The presence of folklore samples in the Yusuf Hosib Quartet should be regarded as natural, and should not be regarded as an excerpt from folklore. Having thoroughly studied the weight, theme, artistic means and style of the four, B. Tokhliev assures us that all four of the works belong to the author. In our opinion, all four of the works belong to Joseph Hosib.

When it comes to quartet, it is also worth noting that it is different from other poetic forms. “Unlike Masnawi, the four-point clause has the potential to vary rhyme. That is why poets feel much more comfortable in quartet works and try to create new species not only in rhyme but also in weight”.

In Russian poetry, the genre of four is widely used. “Catren (French — quatrain — quartet) is an independent poetic genre that consists of four lines, odd or double, and is widely used in European poetry. It has five types of rhyming: aaaa (monorim rhyme), aaba (binary form: usually the third line is used for rhyme b)”, abba (interconnected rhyme), abab (cross rhyme), aabb (intersection). double rhyme). Catren usually produces lyrical and didactic poems that mean a lot in short terms”.

It is noteworthy that Yusuf Khos Hajib, as a high-level artist, has been able to use poetic arts in all fours as well as in other parts of the work. The role of poetic arts in the composition of fiction is not

accidental. It is an element that depends on the poetic ability of the poet. Therefore, the manifestation of poetry in translation may also be one of the main criteria for determining the skill of a translator. Accordingly, we have considered some of the arts that have prioritized the quartet. In particular, the art of tamil is very important in the work. The poet also skillfully used them in the quartet. At the same time, the translators of S.N Ivanov, V. May and R. Denkoff have made significant progress in the reproduction of the tamil art used by the four.

In some cases, this art was not reflected in the translation. Denkoff is very close to the original in this art. Sometimes the interpreter’s translation of the representational images did not correspond to the essence of the four. In some of Denkoff’s interpretations, creative additions have played an important role in the full translation of the text and its comprehension to the English reader. In the translation of the font, S. N. Ivanov also achieved great success, because in some cases the lack of full understanding of the texts was not fully reflected in Russian, which in turn was reflected in the English version. The translator, V. May, has taken a particular approach, and has been able to skillfully recreate this fine art. At the same time, because of his preference for freedom and form, some texts are not mentioned in the translation. In some cases, ignoring just one word has led to the opposite of the content of the quadrilateral. But in some places, creative additions further strengthened the meaning of the sentence in the translation.

References

1. Orzibekov R. Genres of Uzbek lyric poetry. T.: Science, 2006. B. 149.
2. Tohliev B. Yusuf Hos Hojib’s “Kutadgu Bilig” and some genres perfection (Masnavi, quartet, near). T.: Asr-Press, 2004. B. 6.
3. Juraev O. Figurative didactic interpretations. T.: Publishing House of Literature and Art named after Gafur Gulom, 1989. P. 312.

Курбанова Аїда Набі кизи*кандидат філософських наук,**доцент кафедри соціально-гуманітарної і фундаментальної підготовки та права*
*Західнодонбаський інститут**Міжрегіональної Академії управління персоналом***Курбанова Аида Наби кызы***кандидат философских наук,**доцент кафедры социально-гуманитарной и фундаментальной подготовки и права*
*Западнодонецкий институт**Межрегиональной Академии управления персоналом***Kurbanova Aida Nabi kyzy***Candidate of Philosophical Science,**Associate Professor of Social Humanity and Fundamental Preparation Department**West Donbas Institute of the Interregional Academy of Personnel Management*

РОЛЬ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ У ФОРМУВАННІ НОВОЇ ЛЮДИНИ У НОВОМУ СВІТІ ТА ЇЇ СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ

РОЛЬ ГЛОБАЛИЗАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО ЧЕЛОВЕКА В НОВОМ МИРЕ И ЕЕ СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ

THE ROLE OF GLOBALIZATION IN THE FORMATION OF A NEW PERSON IN THE NEW WORLD AND ITS SOCIO-PHILOSOPHICAL ASPECTS

Анотація. У статті розкриваються теоретичні передумови дослідження соціально-філософських аспектів «нової людини» в «новому світі». Формування соціальних особливостей сучасної людини, а також подальший розвиток глобалізації в інформаційному суспільстві. Революційна зміна людської психології в умовах соціального прогресу. Особливості відкритості свідомості – готовність до змін, які несуть новий технологічний уклад. Розглядаються філософсько-антропологічні парадигми глобалізації, вважаючи її ядром цивілізаційного підходу до безперервності і наступності. Показані світоглядні перспективи зміни нової людини під впливом інформаційно-технологічного світу, розкрито властивості діалектичного протиріччя та взаємодії в інформаційній реформі.

Ключові слова: глобальний світ, глобалізація, новий світ, інформаційний вибух, інформаційне суспільство, штучний інтелект, відчужене суспільство, комп'ютеризація, саморозвиток, соціальний прогрес, «нова» людина.

Аннотация. В статье раскрываются теоретические исследования о социально-философских аспектах нового человека в новом мире. Формирования новых особенностей современного человека, а так же дальнейшее развитие глобализации в информационном обществе. Революционное изменение человеческой психологии в условиях социального прогресса. Особенности открытости сознания – готовность к переменам, которые несет новый технологический уклад. Рассматриваются философски-антропологические парадигмы глобализации, считая ее ядром цивилизационного подхода к непрерывности и преемственности. Показаны мировоззренческие перспективы изменения нового человека под влиянием информационно-технологического мира, раскрыто свойства диалектического противоречия и взаимодействия в информационной реформе.

Ключевые слова: глобальный мир, глобализация, новый мир, информационный взрыв, информационное общество, искусственный интеллект, отчужденное общество, компьютеризация, саморазвитие, социальный прогресс, «современный» человек.

Summary. Theoretical investigations concerning social and philosophical aspects of a new man in the new world are disclosed in this article. The formation of new peculiarities of a modern man in an information society. Revolutionary changes in human psychology in conditions of social progress. The peculiarities of conscious- news openness is the readiness to changes

which are being brought by new technological structure. The philosophically-anthropological paradigms of globalization are examined, considering her the kernel of the civilization going near continuity and succession. The world view prospects of change of new man are shown under influence of the informatively-technological world, properties of dialectical contradiction and cooperation are exposed in informative reform.

Key words: global world, new world, information explosion, information society, artificial intelligence, alienated society, computerization, self-development, social progress, modern man.

Постановка проблеми. Глобалізацію досліджували, як ключову тенденцію людського розвитку і її нові якості. Об'єктивний підхід розглядає глобалізацію як глобальний процес, що характеризується як позитивними — світовий розвиток ринкової економіки, посилення міжнародного поділу праці, поширення ліберальних цінностей, демократії, так і значними негативними ознаками, а саме: послабленням культурного розмаїття та зростанням світової однотипності, подальшим звуженням ролі країн що розвивається.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш відомими авторами глобалізаційного розвитку, на думки яких посилалася в цій статті є наступні вчені: Д. Белл, Б. Баді, Я. Тімберген, Д. Медоуза, Д. Форрестер, К. Оме, Р. Робертсон, А. Панарін, И. А. Грішилова, Л. Е. Грікін, Д. Трубіцин, Р. М. Колісніченко.

Ціль статті. Пошук концептуальної перспективи, як онтологічне підґрунтя для дослідження пристосування «нової людини в новому світі». Осмислення динаміки моральних ідеалів у філософському мисленні.

Виклад основного матеріалу. Одна з головних тенденцій сучасної наукової думки є визначення міри інформаційного обміну і її впливу на соціальний розвиток суспільства. З'явився один з найбільш інтенсивних напрямків дослідження соціально-економічних і міжнародних відносин — глобалістика. Глобалістика — це сучасна, самостійна галузь науки про загальні, планетарні проблеми нинішнього й майбутнього розвитку людської цивілізації, її політичну, економічну і соціальну організацію як єдиного цілого [4, с. 55–56]. Всі мешканці всесвіту, незалежно від етнічних відмінностей, приєднані до одних і тих же джерел інформації, об'єктивно стають учасниками глобалізації.

В кінці ХХ століття зі зміною валютно-фінансової системи, з початком активного розповсюдження інформації, розвитком технології і комунікації, глобалізація стала неминучим у всіх сферах життя соціуму. Найбільш відомими авторами концепцій глобалізаційного розвитку є наступні: Д. Белл, Б. Баді, Я. Тімберген, Д. Медоуза, Д. Форрестер, К. Оме, Р. Робертсон, А. Панарін, И. А. Грішилова, Л. Е. Грікін, Д. Трубіцин та інші. Вчені називали цей період як «новий етап переділу світу», «економічна революція». «інформаційна реформа» і т.д. Наслідки явища глобалізації вченими розглядаються класично у двох напрямках: позитивні, так і негативні.

В процесі змін сучасного світу провідним чинником є глобалізація, яка має великий вплив на економічну сферу, в області культури. Цей всесвітній процес має не тільки теоретичне, але і, переважно, практичне значення. Основними властивостями глобалізації є синкретизм, індивідуалізм, плюралізм, різноманіття, динамізм та ін.

На початку ХХІ століття, ми стали свідками епохальної події усієї світової спільноти, яка характеризується унікальним збігом і переплетінням величезних за значенням подій и процесів. В результаті цих подій, ми можемо спостерігати велике поле напруги, через яке впевнено можемо назвати сьогоднішній день, ключовим часом змін основ пристосування до життя. Про завершення цього історичного століття і вступ модерного світу у нову стадію розвитку свідчать глибокі зміни в неополітичних структурах світового суспільства.

Всепланетарна цивілізація вступає в новий етап початку єдності світового суспільства. Головними проявами, якого є диверсифікації і різноманіття етносу, соціуму, національності. Априорі, кажучи про сучасний світ, нашу увагу привертає те, як континуум якісно входить в нову стадію свого відродження, в період інформаційного суспільства. Сучасний світ поширюється не тільки на політичну, соціальну, економічну системи, є й нові сфери суспільного життя, і важливе місце серед них займає саме інформаційна система. Вона виступає в якості інструменту впливу на сучасну аудиторію. Комунікаційна система стала основною в управлінні міжнаціональними, міжнародними, міжособистісними відносинами. Вона виступає основним фактором результативності будь-якої дії. М. П. Бергельсон в своїх працях підкреслював, що інформаційно-комунікативний простір є одною з основних проблем сучасного світу. Така міжкультурна комунікація активно вимагає творення свого «Я», зближує національні традиції, канони, звичаї, ментальність окремих народів і націй [1, с. 48–60].

Сучасна цивілізація фундаментально змінила інформаційне поле. Цей простір поглиблює науково-технічну революцію і включає нову людину у професійну діяльність, пов'язуючи культуру в єдину систему, яка є вихідним результатом наукового аналізу, дозволяє людині визначатися в світі і в собі. Наукова інформація є основним ресурсом отримання знань, які використовують в усіх сферах життя.

Нова ера генерує нову властивість нової людини. Збільшується вплив особистої активності на

соціальну сферу суспільства, і ця активність стає ідентичною і загальною. Сучасна особистість в соціумі, завжди прагне привертати до себе увагу. Соціальна поведінка індивіда стає, певною мірою, більш раціональною, соціальні ролі усвідомленими і різноманітними. Відбувається певне усвідомлення власної соціальної ефективності. Таким чином, в людській психології, світогляді, навіть у соціальній поведінці відбувається революційний переворот, якому неможливо запобігти.

Інформаційне суспільство вимагає від нової людини перевтілюватися. Світ не змінюється екзистенційно, але темпи змін індивіда прискорюються надзвичайно швидко, безперервно перероджується відношення людини і соціуму. Фактором успіху повинна стати громадська цивілізація і особистісне удосконалення моральних ресурсів. Сьогодні освіченість — це важливий і основний фактор соціальної ефективності, соціальної мобільності в майбутньому. Відповідно, пріоритетом молоді повинна бути грамотність і освіченість.

Світ безперервно модернізується, а суспільна свідомість не може «розширювати» свої кордони, виступаючи в «старих рамках». У зв'язку з цим з'являється багато проблем. Властивістю відкритості мислення є усвідомлення того, що відбувається у всесвіті і що несе нову інформаційну революцію. У новій епосі ефективно жити зможе тільки широко освічена людина, і тому людство повинно бути готовим до цих змін. Сучасна людина повинна нескінченно удосконалювати свої знання та вміння, займатись самоосвітою, володіти різнобічністю інтелекту. Актуальною проблемою самоосвіти в інформаційному просторі, є доступ до інформації, вміння працювати з нею. Інформаційне суспільство є суспільством знань — це процес трансляції матеріалу в навички. Модернізований соціум потребує постійного розширення кола знань. Але і варто розуміти, що сьогодні отримані знання, з плином часу стануть не актуальними, неефективними. ХХІ століття — перевтілюється світ і людина. Відбуваються нові етичні зміни — формується етика соціальної мережі. І загальне об'єднання освіти з практично-науковим підходом. Всі ці диверсифікації можна ідеалізувати як соціальний прогрес, економічна самореалізація вимагає від кожного з нас відповідального вибору життєвого шляху, вимагає визначити своє місце, значення в житті.

Л. Е. Грикин в своїх працях приділив увагу наступним моментам: такі зміни в багатьох випадках вбивають національну економіку, породжують велику конкуренцію між соціальною стратифікацією. Вказав, що глобалізація дуже серйозно впливає на екосистему світу і нераціональне використання природних ресурсів може завдати величезної шкоди Всесвіту [2, с. 6–31].

Мінливий світ сьогодні намагається створити нове суспільство для нової людини. ХХІ століття зі своїм приходом у всіх соціальних інститутах: не тільки в по-

літичній і економічній але й в соціальній та в культурній сфері — потребує змін. Сучасний глобалізований світ, підходить до вищої точки науково-технічного прогресу. Соціальні мережі, мобільні інтернет платформи, дистанційне спілкування, немов призводить до холодного відчуження соціуму, тим самим погіршує взаємовідносини. Всесвіт немов проживає епоху «монологу». Якщо минуле сторіччя пропагувало такі ідеології як інтернаціоналізм, об'єднання, солідарність, то сьогодні ці поняття сприймаються як «пафос» Динамічні зміни в науці, в культурі, в суспільстві, навіть в особистому житті зобов'язують людину зважувати своє минуле та майбутнє ще раз. «Холодна» війна поступово охоплює планету. Подвійні політичні стандарти, відсутність культури толерантності, а також різні фобії відштовхують людей один від одного у світі. Ці всі зміни є наслідком надмірного розвитку та розповсюдження комп'ютеризації.

У звіті 2018 «Global Digital report», опубліковано спільно з компаніями «We Are Social Ltd» і «Hootsuite Inc» статтю, в якій повідомлено: «Загальне число інтернет-користувачів досягло 4,021 млрд. людей, або 53% населення Землі. В порівнянні з 2008 на 43% більше, а з 2017–26%. Майже 93% з них виходять в мережі з мобільних пристроїв. А якщо скласти всі години, коли люди знаходяться «онлайн», вийде, що в 2018 році людство проведе в мережі 1 млрд. років». Першопричиною вищесказаного є розширення кола використання «людини-робота», кероване штучним інтелектом. В дефіциті, відповідно, буде індивідуальна, креативна, авторська праця [3].

Куди ми рухаємось? До чого нас це приведе? Аналізуючи все те, що відбувається, автор вважає, що сьогодні кожному потрібно боротися за виживання, мова йде про просування бізнесу, про процес виготовлення якісної продукції та реалізації, про кар'єру. Таким чином, індивідуальне протистоїть глобальному, особистісне — колективному, їх злиття і співіснування і має дати синергію соціального, економічного розвитку. Ми навіть перестали помічати, як соціальна ізолюваність, деструкція поступово охоплює наше життя. Змушуючи нас весь час вступати в конкурентну боротьбу за перше місце, за лідерство, при банальній зміні соціального статусу над нами стоїть ризик неефективного вибору. вибору. За прогнозами Міжнародної організації праці, рівень безробіття у 2018 році в світі був 192 мільйони безробітних, це майже 6.2% населення планети. А в найближчому майбутньому показники будуть досягати більш високих цифр, чекаємо широку хвилю безробіття. Під напругою інформаційних інновацій і таких факторів як бідність, приниження людської гідності, наш внутрішній світ змушено змінюється, тягне за собою зміни поглядів на світ та переосмислення цінностей. Внаслідок таких змін, для пристосування до нового глобального світу, людство не може обійтись без таких фахівців як сексопатолог, психотерапевт, психолог, котрі наче панацея століття. Адже вони лише локально можуть

«вирішувати»: діагностувати, консультувати, коригувати проблеми окремих індивідів чи груп.

Людству XXI століття загрожує духовний колапс, який підштовхує нас до усвідомлення, вироблення та прийняття заходів. Сьогодні модернізація розглядається, як перехід від національної культури. Кожна нова економічна формація, формується на основі конкретної культурної моральної якості: переважання почуття мужності — характерна риса для древньої епохи, доброта та милосердя — для середніх віків, свобода і розсудливість визначає основні риси Нового часу, яка дала онтологічну підставу людині володіти світом. В даний час, планету не залишають безперервні динамічні зміни, та необхідність усвідомлення руху моральних ідеалів створює неминучість у філософських роздумах наукового кола.

Автор вважає, що спираючись на вищесказане нам стає зрозумілий той факт, що філософ нового часу має покликання дослідника світоглядної перспективи, відкриваючи нам нові онтологічні підстави для пристосування «нової особистості» в «новому» нестабільному світі. У зв'язку з глобальними змінами в соціумі, філософ цього часу повинен виступати як модератор взаємозв'язку різних культур. Постіндустріальний світогляд формує новий тип культури. І функціями філософа зараз є не тільки підтримка золотой середини між світоглядами існуючих товариств, а також перехідними станами між змінюючими один одного історичними типами культур. Мова йде про взаємовідносини, між існуючими культурами та культурою, яка повинна існувати. Американський соціолог Д. Белл відзначав, що сьогодні в концепції культури властивий синкретизм. Глобалізація як процес не можлива, якщо суспільство не буде показувати толерантність до інших культур. Досліджуючи проблему приходимо до висновку, що основним характером сучасного суспільства є домінування мультикультуралізму. Визнання норм цінностей інших груп, усвідомлення відносного характеру власної культури та вміння контролювати себе і є необхідна умова для розвитку [1, с. 9–12].

Криза є закономірним і обов'язковим етапом в розвитку будь-якої культури. В глобалізованому суспільстві людина знаходиться в проміжку, у якому формуються нові цінності. Внаслідок чого, у кризових обставинах виникають фактори, які призводять до реконструкції попередньої культури. «Нова культура» в новому світі активно впливає на сучасну людину. Переосмислюючи моральні і духовні цінності, звичаї. «Розум» проходить всі грані розвитку і досягає, іноді, самознищення. В такому нестабільному і стрімкому розвитку у головних сферах, мабуть, історія людства не знаходилась, що формує нові виклики та безпрецедентну відповідальність сучасних та майбутніх еліт. Недбале ставлення до духовних цінностей може мати катастрофічні наслідки. Автори, які досліджували систему глобалізації, вказали, що зміни практично подіяли на

всі аспекти поведінки людини. А. Панарін в своїх працях вказав, що глобалізація — це процес ослаблення регіональних, традиційно соціокультурних перешкод, відокремлюючий народи один від одного, як становлення нової системи взаємодії [6, с. 216].

Наша думка, яка ґрунтується на науковому дискурсі вчених-глобалістів, насправді глобалізація не заперечує існуючу культуру, не примушує людину відмовлятися від своїх етнічних і культурних цінностей, а навпаки ставить завдання формувати нову інформаційну технологію та розповсюджувати по всьому всесвіту. З точки зору економістів, інформаційні технології є науковим товаром, який належатиме всьому глобальному соціуму.

Отже, завдання філософа осмислити сучасні глобальні процеси, знайти їх емпіричне виявлення у суспільстві. Багатогранний людський досвід, придбаний за весь час соціального прогресу, вказує на те, що філософію цікавила тільки своя роль, в якості усвідомлення життєвого напрямку людини, її світогляду, зв'язку з оточуючими людьми, самооцінці. Докорінна зміна планів і цілей діяльності перехід до нового типу цивілізаційного розвитку, в кінці XX на початку XXI століття сформував такий постулат: «Людина це основна рухаюча сила, абсолютна цінність, вихідний результат роботи соціального прогресу». Для дослідження різних аспектів цієї проблеми були проведені міжконтинентальні конгреси, консиліуми, а також різні конференції. Фахівці філософських, економічних і політичних сфер мають спільну точку зору для рішення нагальної проблеми. Активно рухливий розвиток і загальностановлені нові інформаційні технології засвоюють характер глобально-інформаційної реформи. Складні технології на сьогодні займають головне місце у функціонуванні суспільства, а саме цифровий світ набагато спрощує наше життя. Аналізуючи динамічний прогрес у світі IT, програмісти є феноменом XXI століття. Володарі цієї спеціальності можуть перестроїти реальну проблему в новий програмний код. Завданням нової людини і є сприйняття цих програмних знань.

Висновок. В даній статті здійснено спробу розкрити, окреслити соціально-філософські аспекти наукової проблеми, а також подальший розвиток глобалізації в постіндустріальному, інформаційному суспільстві. Обґранкувано онтологічні підстави модернізації для пристосування «нової» особистості в новому нестабільному світі. Показано світоглядні перспективи зміни нової людини під впливом інформаційно-технологічного світу, розкрито властивості діалектичного протиріччя та взаємодії в інформаційній реформі. Ми дійшли висновку, що в процесі модернізації інтенсифікується обмін думок, моральних — духовних цінностей, культури, зростає рівень свободи особистості, інтелекту, самоосвіти. І всі вище означені якості допоможуть новій людині швидше адаптуватися в процесі глобалізації. Фактором успіху повинна стати громадська цивілізація та особистісне удосконалення моральних ресурсів.

Література

1. Белл Д., Иноземцев В. Эпоха разобщенностей. Размышления о мире XXI в. М.: Центр исследований постиндустриального общества, 2007. С. 9–12.
2. Бергельсон М.Б Управление как искусство коммуникации. Межкультурная коммуникация: Сборник учебных программ. М.: МГУ, 2003, С. 48–60.
3. Глобальное экономическое развитие: тенденции, асимметрии, регулирование: монографія. К.: КНЭУ, 2013. 466 с.
4. Грикин, Л. Е. Глобализация и национальный суверенитет // История и современность. 2005. № 1. С. 6–31
5. Мазурок П. П., Одягайло Б. М., Кулішов В. В., Сазоновец О. М. Глобальна економіка: Навчальний посібник. Львів: «Магнолія 2006», 20018. 206 с.
6. Панарин А. Искушение глобализмом. Эксмо-Пресс, 2002. С. 216.
7. Robertson R. Globalization: Social Theory and Global Culture. (Глобализация: социальная теория и глобальная культура) SAGE. 1992.

УДК 377.5

Кулешова Наталя Миколаївна

викладач математики

Краматорський коледж

Донецького національного університету економіки і торгівлі

імені Михайла Туган-Барановського

Кулешова Наталья Николаевна

преподаватель математики

Краматорский колледж

Донецкого национального университета экономики и торговли

имени Михаила Туган-Барановского

Kuleshova Natalya

Math Teacher

Kramatorsk College of

Donetsk National University Economics and Trade

named after M. Tugan-Baranovsky

ІНШЕ

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЯК ЗАСОБУ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ ТА АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ РЕСУРСОВ КАК СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ И АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

USE OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES AS A METHOD OF IMPROVING MOTIVATION AND ACTIVITY OF STUDENTS THE PROCESS OF STUDYING HIGH MATHEMATICS

Анотація. Досліджено застосування електронних навчальних ресурсів як засобу підвищення мотивації та активності студентів в процесі вивчення математики.

Ключові слова: мотивація навчальної діяльності, електронні ресурси навчання, системи комп'ютерної математики.

Аннотация. Исследовано использование электронных учебных ресурсов как средства повышения мотивации и активности студентов в процессе изучения математики.

Ключевые слова: мотивация учебной деятельности, электронные ресурсы обучения, системы компьютерной математики.

Summary. The use of electronic educational resources as a means of increasing students' motivation and activity in the process of studying mathematics is investigated.

Key words: motivation for educational activities, electronic learning resources, computer mathematics systems.

Сучасні тенденції свідчать про рух до формування інформаційного суспільства в Україні, що зумовлює необхідність постійного підвищення ефективності застосування новітніх електронних ресурсів в освітній галузі, своєчасного оновлення змісту освіти та підвищення якості підготовки фахівців

з урахуванням можливостей ІКТ. За останні роки здійснилося чимало змін щодо впровадження і ефективного використання нових освітніх технологій на основі інформаційно-комунікаційних технологій.

Основними напрямками застосування ІКТ в освітньому просторі є впровадження індивідуального

підходу до організації навчання студентів через створення навчально-методичного забезпечення і системи консультування студентів, що сприяє мотиваційну складову їх навчання.

До основних електронних ресурсів, які використовують викладачі в своїй роботі є мережні та мобільні технології, які використовують не тільки при розв'язанні творчих навчальних задач, але і як тренажери, контролюючі засоби, основу створення інтерактивних навчально-методичних комплексів. Довідкові джерела наділені основними дидактичними якостями: автоматичністю та доступністю змісту. Електронна бібліотека є засобом для збереження та використання електронних документів, забезпечуючи високий рівень та якість інформації. Комп'ютерні моделі, конструктори і тренажери дозволяють студентові самостійно закріпити отримані на занятті навички та вміння.

Покращити засвоєння матеріалу та перевірку знань дозволяють системи підтримки навчання (СПН) являють собою мобільні модулі для навчання вищої математики, що можуть бути інтегровані в систему дистанційного навчання. У системі вищої освіти для організації процесу навчання вищої математики використовують вільно поширювані платформи для дистанційного навчання. До більш поширювальних СПН в Україні відносять: Moodle, TrainingWare Class, Claroline LMS.

Серед існуючих ІКТ та засобів навчання найсприятливішими для реалізації навчання вищої математики за змішаною моделлю є мобільні інформаційно-комунікаційні технології. Сучасні студенти мають потребу в роботі з мобільними доданками, а тому навчальна мотивація буде стрімко зростати якщо навчання математики буде здійснюватись за допомогою доданків мобільних пристроїв.

Мобільне математичне середовище (ММС) — відкрите модульне мережне мобільне інформаційно-обчислювальне програмне забезпечення, що надає користувачу можливість мобільного доступу до інформаційних ресурсів математичного і навчального призначення, створюючи умови для організації повного циклу навчання. У процесі розробки ММС з вищої математики особливу увагу слід приділити вибору математичного пакету, що складає ядро ММС. Головними критеріями вибору математичного пакету для побудови ММС з вищої математики є: розширюваність (система повинна надавати можливість користувачеві доповнювати її для задоволення професійних потреб); мобільність програмного забезпечення; можливість створення програм із стандартними елементами управління — лекційні демонстрації, динамічні моделі, тренажери та навчальні експертні системи; можливість інтегрувати у себе різноманітне програмне забезпечення для навчання математики; підтримка технологій Wiki; можливість локалізації та вільне поширення. Як мобільний програмний засіб навчання вищої математики можна використовувати нову систему MathPiper

[3], що інтегрує в собі систему комп'ютерної алгебри Yacas та систему динамічної геометрії GeoGebra. MathPiper — це нова математично-орієнтована мова програмування, яка, з одного боку, доволі проста, з іншого боку — доволі потужна, щоб бути корисною для розв'язання широкого класу математичних та інженерних задач (www.mathpiper.org). MathPiper також є системою комп'ютерної алгебри (CAS).

Системи комп'ютерної математики — це сукупність методів і засобів, що забезпечують максимально комфортну й швидку підготовку алгоритмів і програм для розв'язування математичних завдань будь-якої складності з високим ступенем візуалізації усіх етапів розв'язування.

У передвищих навчальних закладах України у процесі навчання вищої математики найчастіше використовуються такі СКМ: Mathematica, Mathcad, Maple, SmathStudio, GeoGebra, MathPiper, Sage, DG, що покращує пізнавальний інтерес, тобто активує процеси створення внутрішньої мотивації до вивчення математики.

Системи тестування. Забезпечення підготовки фахівців із заданою якістю кваліфікації можливо лише у спеціально організованій педагогічній системі, яка містить прогресивні педагогічні технології навчання, вивчення, організації та управління навчальним процесом. Ці технології передбачають необхідність розробки не тільки специфічної системи засобів і способів їх побудови та впровадження, але й контроль результатів застосування, тобто контроль якості навчання, що сприяє підготовці фахівців на усіх етапах та ступенях освіти. Роль такої системи в сучасних умовах виконує система тестування, що є способом одержання відомостей про певний об'єкт і його характеристики шляхом випробовувань. Комп'ютерне тестування є одним із сучасних засобів вимірювання навчальних досягнень. Основними перевагами тестової форми контролю є об'єктивність, економічність, точність, технологічність перевірки виконання завдань. Щодо застосування тестів у математичних дисциплінах, використання комп'ютера надає значні переваги у створенні малюнків, об'ємних зображень, ілюстрацій до питань. Для проведення тестування існують он-лайн сервіси, що надають можливість створювати, редагувати і проводити тестування. Для створення тестів у більшості сервісів необхідна реєстрація. Ці сервіси з російськомовним інтерфейсом. У них міститься велика колекція різноманітних тестів, що можуть бути використані у практичній діяльності. Серед онлайн сервісів Майстер-тест (www.mastertest.net/uk), БанкТестов.РУ (www.banktestov.ru), Твой тест (www.maketest.ru), Tests Online (tests-online.ru), Тестируем Все (testing-all.ru) та інші. Для організації тестування існує можливість створювати тести у середовищах дистанційного навчання, зокрема Moodle. Тести в Moodle створюються з різними типами питань, використовуються тестові завдання закритого та відкритого типів, допускаються завдання на

відповідність, передбачається коротка тестова відповідь, а також числова або обчислювана. Запитання зберігаються в базі даних тестів, є можливість генерації тесту зі списку бази даних питань, а також повторне проходження тесту, можуть бути використані повторно в цьому курсі або в іншому. Іншими словами застосування електронних тестів може розглядатись як зовнішній чинник мотивації навчання студентів.

«Широкий спектр аналітичних, обчислювальних і графічних операцій, що підтримується в сучасних математичних пакетах, роблять їх одними з основних інструментів у професійній діяльності математика-аналітика, інженера, економіста-кібернетика тощо. Тому їх використання у навчальному процесі при вивченні математичних дисциплін надає можливість підвищувати рівень професійної підготовки студентів, рівень їхньої математичної та інформаційної культури» [5].

Використання викладачами електронних ресурсів у ході математичної підготовки, забезпечен-

ня відкритого доступу до навчальних матеріалів засобами Інтернет-ресурсів за допомогою систем підтримки навчання, забезпечення неперервності процесу навчання через безпосереднє використання комп'ютерних технологій як в аудиторній так і поза аудиторній роботі студента у поєднанні з інтерактивними методами є умовами ефективного навчання вищої математики.

Використання ІКТ у процесі навчання надає викладачам вищої математики можливість урізноманітнити лекційні та практичні заняття, проводити демонстрації навчальних матеріалів, організовувати самостійну роботу студентів, підвищувати їх активність та мотивацію. Крім того, використання різних технологій надає можливість викладачам економити час і активізувати увагу студентів під час аудиторних занять.

Отже, використання електронних ресурсів у навчанні вищої математики надає можливість підвищити мотивацію навчальної діяльності студентів.

Література

1. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: Монографія. Черкаси: Брама-Україна. 2005. 400 с.
2. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навчальний посібник / В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк; науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. Кривий Ріг: Книжкове видавництво Киреевського, 2009. 324 с.
3. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: [монографія] / Науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. 340 с.
4. Словак К. І. Теорія та методика застосування мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей [Електронний ресурс] / С. О. Семеріков, К. І. Словак // Інформаційні технології і засоби навчання. 2011. № 1(21). URL: <http://journal.iitta.gov.ua>.
5. Словак К. І., Семеріков С. О., Триус Ю. В. Мобільні математичні середовища: сучасний стан та перспективи розвитку // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. № 12(19). С. 102–109.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ИНТЕРНАУКА»

Збірник наукових статей

№ 3 (83)

1 том

Голова редакційної колегії — д.е.н., професор *Камінська Т.Г.*

Київ 2020

Видано в авторській редакції

Засновник / Видавець ТОВ «Фінансова Рада України»
Адреса: Україна, м. Київ, вул. Павлівська, 22, оф. 12
Контактний телефон: +38 (067) 401-8435
E-mail: editor@inter-nauka.com
www.inter-nauka.com

Підписано до друку 20.03.2020. Формат 60×84/8
Папір офсетний. Гарнітура SchoolBookAS.
Умовно-друкованих аркушів 10,23. Тираж 100.
Замовлення № 398. Ціна договірна.
Надруковано з готового оригінал-макету.

Надруковано у видавництві
ТОВ «Центр учбової літератури»
вул. Лаврська, 20 м. Київ
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і
розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2458 від 30.03.2006 р.