
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Збірник наукових праць

випуск 1(27)

Київ
2018

Водний транспорт. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. – К.: ДУІТ, 2018. – Випуск 1(27). – 210 с. <https://doi.org/10.33298/2226-8553/2018.1.27>

У збірнику публікуються матеріали, що відображають наукову й методичну роботу викладачів і аспірантів Державного університету інфраструктури та технологій, фахівців підприємств і організацій водного транспорту. Більшість публікацій присвячена проблемам галузі експлуатації засобів водного транспорту, зокрема, розглядаються питання інфраструктури, технологій та організації транспортних процесів, впровадження сучасних технологій, математичного моделювання, екологічної безпеки, економічних аспектів діяльності річкового та морського транспорту й якісної підготовки фахівців з даного напрямку.

Збірник має чотири тематичні розділи: «Судноводіння та енергетика суден», «Методика навчання», «Інформаційні технології», «Екологічна безпека».

Засновники: Державний університет інфраструктури та технологій

Адреса редакції: вул. Кирилівська, 9, Київ, Україна, 04071

Телефон: +38(044) 482-51-38; +38(050) 398-47-96

E-mail редакції: duit@duit.edu.ua

Інформаційний сайт: <http://duit.edu.ua>

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.

Головний редактор – Заслужений діяч науки і техніки, доктор технічних наук, професор Панін В.В.

Редакційна колегія:

Тимошук О.М., д.т.н., доцент (заступник головного редактора); Богом'я В.І., д. т. н., професор (заступник головного редактора); Сьомін О.А., к.т.н.; Варбанець Р.А., д. т. н., професор; Горобченко О.М., д.т.н., доцент; Дубинець О.І., д. т. н., професор; Доронін В.В., к.т.н.; Колесник В.В., к.т.н., доцент; Кривошей Ф.О., д. т. н., професор; Лісовал А.А., д. т. н., професор; Майборода О.М., д. т. н., професор; Сербін С.І., д. т. н., професор; Соломенцев О.В., д. т. н., професор; Фомін О.В., д. т. н., професор; Мачалін І.О., д. т. н., професор; Тихонов І.В., д.т.н., с.н.с., Давидов В.С., к.т.н., доцент, Кравченко Ю.В., д. т. н., професор

Відповідальний секретар редколегії – Богом'я О.Є.

Підписано до друку за рекомендацією Вченої ради Державного університету інфраструктури та технологій (протокол № 3 від 25 січня 2018 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 23216-13056ПП від 23.02.2018 р.

Збірник входить до міжнародних наукометричних баз: Index Copernicus (<http://www.indexcopernicus.com>, ICV 2017-54.76) та Російський індекс наукового цитування (<http://www.elibrary.ru>)

ЗМІСТ

75 років Азарскову Валерію Миколайовичу.....	5
--	---

СУДНОВОДІННЯ ТА ЕНЕРГЕТИКА СУДЕН

Панін В.В., Сьомін О.А., Радченко В.М. Інтегровані транспортно-логістичні системи Дніпра, Чорного моря та Дунаю як складова транспортної стратегії України.....	6
Тимошук О.М., Даки О.А., Коломієць О.М. Структурний синтез надширококутного радіометричного комплексу контролю прибережних акваторій.....	13
Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню.....	24
Воробей В.И. Автоматическое обнаружение радиолокационного сигнала при ограниченном времени его существования.....	29
Давыдов В.С., Демичев В.В. Повышение эффективности эксплуатации функциональной системы «специализированное судно управления – глубоководный подводный аппарат» путем использования высокоточных систем позиционирования.....	32
Тихонов І.В., Богомья В.І., Штрибець В.В., Коршунов М.Я. Визначення періодичності перевірки суднового обладнання.....	38
Шевченко А.П., Трофіменко А.О., Мазур А.М., Горбань А.В. Система діагностування суднового обладнання.....	44
Тараненко С.В., Мельник О.В., Чередник В.М., Пастух О.В. Дослідження впливу автоматизованих систем контролю демонтованого обладнання на ефективність процесу технічного обслуговування і ремонту	49
Макаров О.М., Степук В.А., Марченко В.М., Дубинець О.І. Аналітичне забезпечення експлуатації суднового обладнання	54
Кривошей Ф.О., Моїсєв В.Я., Кукалець Л.М., Сардак А.Г. Метод прогнозування безвідмовності агрегатів та систем суднових енергетичних установок....	60
Ткачук Д.О., Панов С.Л., Гараженко М.І., Вільдяєва Л.М. Особливості прогнозування стану суднового обладнання в умовах трансокеанських рейсів.....	65

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

Коба В.Г., Шелест Т.М. Економічні аспекти підготовки моряків в Україні.....	74
Шевчук В.О. Влияние демографических изменений на состояние рынка образовательных услуг Украины.....	79
Власова В.П., Педоренко О.С. Інноваційні методи в управлінні персоналом транспортних підприємств.....	85
Гаценко Л.В. Ринок перевезень водним транспортом України: історичний аспект формування, сучасний стан та перспективи розвитку.....	92
Майборода А.Н., Сушко В.Г., Цураніч В.В. Особенности и оптимизация передачи информации от преподавателя к студенту.....	102
Кліндухова В. М., Ляшко О. В., Гейлик А. В. Елементи математичного програмування в курсі вищої математики.....	106

Завгородний В.В., Яловая Е.Н., Яшина К.В. Технологии дистанционного обучения в системе трансфера знаний современного университета.....	114
--	------------

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Дорофєєва З.Я., Урум Н.С., Трішин В.В. Мониторинг загрязнения водной поверхности.....	123
Мазур А.М., Будолак С.Ю., Ткаченко В.В., Гуменніков Р.В. Аналіз основних токсичних викидів, що виникають при експлуатації двигунів внутрішнього згоряння..	127
Пашков Д.П., Кучерук Г.Ю. Метод спектральної фільтрації в відеоспектрометрах дистанційного зондування	131

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Овчарук І.В., Желєзний В.В., Байрамова О.В. Дослідження перерозподілу пасажиропотоків київського метрополітену.....	136
Ткаченко О.А., Траханов В.Ю., Рябчук І.О. Деякі аспекти дослідження систем клієнтських сервісів.....	141
Ткаченко О.І., Шепель В.А., Зайцева Д.О., Дорошева А.О. Деякі аспекти розробки мобільного сервісу геопозиціонування на основі API Google.....	148
Бадаєв Ю.И., Ганношина И.Н., Медведева О.Ю. Управление формой плоской рациональной кривой Безье.....	155
Шикла Е.Н., Хорошун Л.П., Дем'яненко С.К., Іваненко В.М. Нелинейное деформирование волокнистых материалов.....	166
Чабан В.І., Батуєв Д.Ю., Якусевич Ю.Г. Оцінювання ефективності навігаційного обслуговування.....	173
Доронін В.В., Алєйніков М.В., Алєйніков В.М., Дмитрієв А.А. Використання обчислювального інтелекту при виявленні дефектів функціонування базової версії програмного продукту ECDIS	176
Азарсков В. М., Дерєпа А.В., Лєрніченко К.В., Єлезаров О.П. Система управління БПЛА морського базування.....	186
Корнієнко І.В., Корнієнко С.П. Забезпечення адекватності експертних оцінок землі	190
Y. Sukhenko, V. Sukhenko, M. Mushtruk Features biodiesel production of FAT-containing wastes restaurants.....	195
V. Shaposhnik, N. Nikitina, O. Galchenco Human capitals - as a factor of success of the modern accredited laboratory.....	201
АВТОРИ ВИПУСКУ	204
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ	210

Завідувачу кафедри систем управління літальних апаратів Національного авіаційного університету

Азарскову Валерію Миколайовичу

д.т.н., професору, академіку Міжнародної Слов'янської академії наук, Міжнародної академії навігації й керування рухом, Транспортної академії України і Російської академії транспорту, лауреату Державної премії України й Премії ім. академіка М.К. Янгеля Національної академії наук України, Заслуженому працівнику транспорту України, Почесному працівнику космічної галузі України, Почесному працівнику авіаційного транспорту

75 років

**Вельмишановний
ВАЛЕРІЮ МИКОЛАЙОВИЧУ!**



В цей святковий для Вас день просимо прийняти щирі і сердечні вітання від редакції збірника наукових праць «Водний транспорт» з нагоди 75-ї річниці від Дня Вашого Народження!

На кожній службовій сходинці, від інженера до директора інституту, Ви постійно виявляли любов до своєї справи, самовідданість в роботі, високий професіоналізм, спираючись на величезний досвід у авіації та космонавтики.

Всі ми цінуємо Вас як умілого організатора, досвідченого керівника, що віддає всі сили, знання та енергію справі підготовки висококваліфікованих фахівців для авіації та космонавтики нашої держави.

Ми високо цінуємо Ваші глибокі фахові знання, чудові людські якості, насамперед, чуття товариства, професіоналізм і принциповість, широку ерудицію, справедливість та вимогливість.

ВАЛЕРІЮ МИКОЛАЙОВИЧУ!

Бажаємо Вам міцного здоров'я, щастя у всіх Ваших починаннях. Нехай добробут, злагода і радість завжди панують у Вашій родині та втілюються у життя всі Ваші задуми. Щиро вітаємо Вас!

З повагою,
Редакція збірника наукових праць «Водний транспорт»

Панін В.В., Сьомін О.А., Радченко В.М.

ІНТЕГРОВАНІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНІ СИСТЕМИ ДНІПРА, ЧОРНОГО МОРЯ ТА ДУНАЮ ЯК СКЛАДОВА ТРАНСПОРТНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ

Пропонується ряд інфраструктурних проектів щодо розвитку перевезень, які формують єдину інтегровану інфраструктурну систему та здатні забезпечити сталий розвиток вітчизняних галузей, пов'язаних з річковим, морським та залізничним транспортом, судно- та машинобудуванням, туризмом, науковими дослідженнями.

Запропоновані концепти інтегрованих транспортно-логістичних систем, які здатні посилити роль України в транспортних, логістичних, технічних та туристичних галузях на світових ринках.

Ключові слова: *баржевозна система, ліхтеровозна система, поромні перевезення, круїзна компанія, туризм, залізничні перевезення, Чорне море, Дніпро, Дунай, Дніпро-Бузький водний шлях, Даугава.*

Постановка проблеми. Існує необхідність створення транспортно-логістичної системи, характерної для географічного положення України, яка б складалася з окремих комерційних проектів. Ці складові повинні сформувати єдиний інтегрований транспортно-логістичний кластер та дати поштовх розвитку морської галузі, річкової, залізничної, судно- та машинобудівної, соціальної та інших (див. рис. 1).

Аналіз сучасного стану. Ще на зламі століть транспортна галузь нашої країни зустрілася з неприємними, але цілком передбачуваними викликами, пов'язаними з невідповідністю бажань транспортного бізнесу та існуючих можливостей, які забезпечуються державним апаратом у цій сфері. З одного боку – це зміна геополітичної ситуації в євроазійському просторі, що спричинило докорінну перебудову як потоків, так і товарно-партійної номенклатури вантажів. З іншого боку – це спадок від Радянського Союзу у вигляді транспорту, перевантажувальних потужностей, нормативно-правової бази та інших елементів транспортного комплексу, які не враховували нову специфіку транспортно-логістичних систем і, відповідно, не дозволяли ефективно обслуговувати нові транспортні потоки. У підсумку це призвело до подорожчання послуг транспортного комплексу, і, як наслідок – падіння показників та складнощі подальшого розвитку й вдосконалення системи перевезень, яка б відповідала сучасним і перспективним планам.

Зараз внаслідок загального фізичного і морального старіння основних фондів, транспортний комплекс підійшов до нагальної потреби не лише свого фізичного оновлення, але оновлення через формування нових концепцій транспортних перевезень, які повинні з гіпотетичних потенційних транспортних концептів перейти до цілком реального діючого апарату транспортування вантажу і пасажирів на своєму відрізку шляху. При цьому, такі транспортно-логістичні системи не повинні бути автономними. В цілях спадкоємності існування їх необхідно інтегрувати в єдину систему народного господарства країни. Це дасть можливість підтримувати та регулярно оновлювати транспортно-логістичну модель, яка безпосередньо пов'язана з виробництвом транспортної продукції і, таким чином, перевести її

з розряду інноваційних в постійно діючу і незалежну від локальних змін у нормативній базі, уряді і т. д.

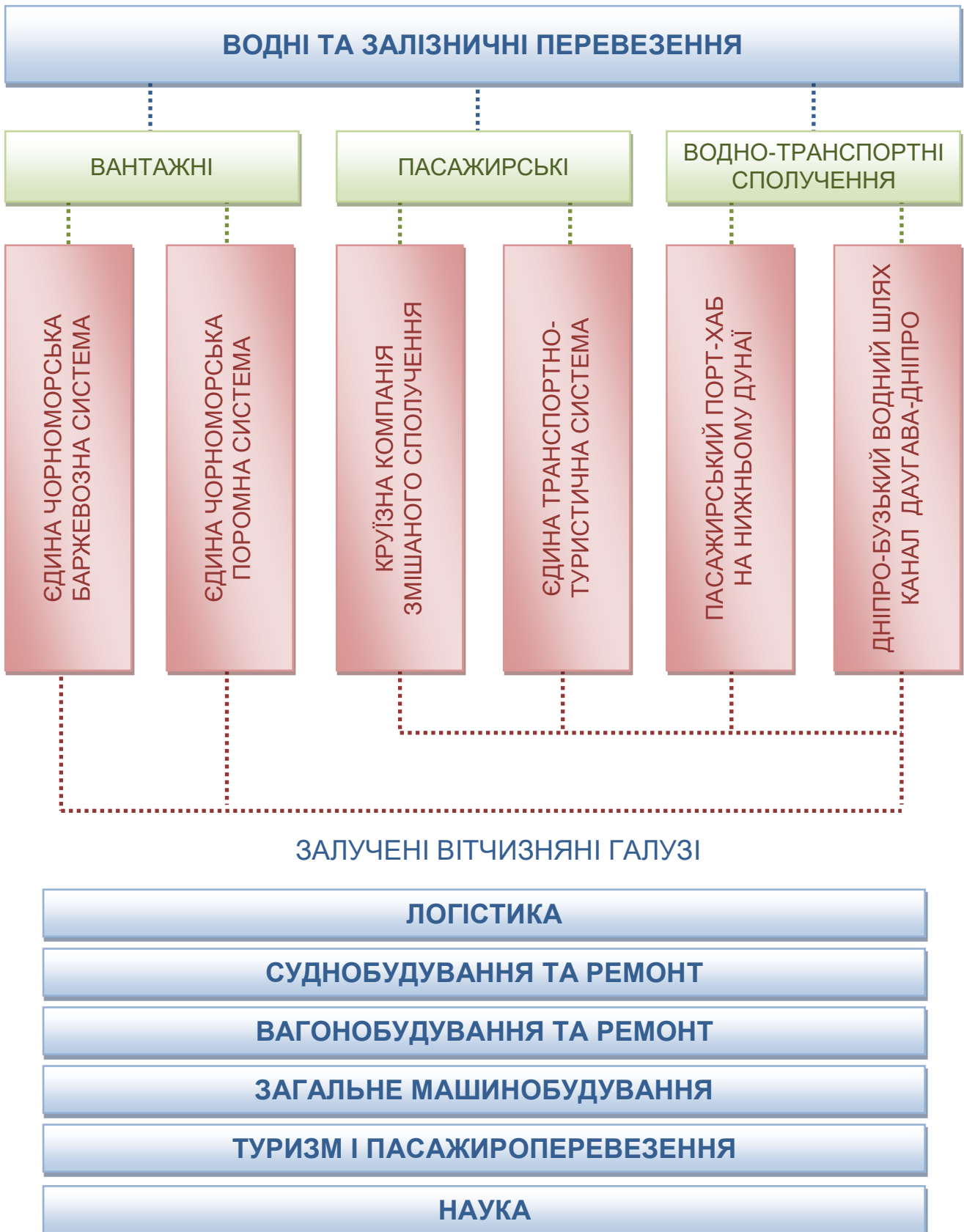


Рисунок 1 – Схема взаємодії напрямків розвитку в єдиній інтегрованій транспортно-логістичній системі

Враховуючи вищенаведене, **метою статті** є запропонувати напрямки розвитку транспортної інфраструктури, які забезпечать стійкий та довготривалий зростання практично всіх галузей України, пов'язаних з транспортом, перевезеннями, важким машинобудуванням, туризмом та перевезеннями пасажирів.

Виклад основного матеріалу.

1. Єдина чорноморська баржевозна система. Пропонується прикладний інструмент логічно завершеної реалізації ідеї використання Дніпра як транзитної транспортної артерії України та повноцінного включення його в Європейську систему внутрішніх водних шляхів та Євразійську систему вантажних транспортних коридорів шляхом організації безперевалочних вантажоперевезень у системі Дніпро – Чорне море – Дунай – Волго-Дон – Босфор, а також між чорноморськими портами, які включені до міжнародних вантажних коридорів з перспективою використання воднотранспортних сполучень Дніпро – Буг, Дніпро – Даугава [1].

Світові коливання цін на сировину, а також несприятливий тимчасовий прогноз як ніколи гостро ставить питання про зниження логістичних витрат, у т.ч. собівартості доставки сировинних вантажів у порти Центральної і Західної Європи, а також Південно-Східної Азії та Китаю. Крім того, існуючий флот типу «ріка-море», що працює на чорноморському ринку, вже морально і фізично застарів, вибуття вітчизняного флоту замінюється флотом третіх країн.

Рішенням зазначеної проблеми буде створення логістичної схеми, яка б мінімізувала проміжні перевезення та перевалку в портах – факторів, що значно збільшують собівартість і кінцеву вартість вантажу [2].

Найбільш ефективною системою, яка мінімізує транспортні (логістичні) витрати і фінансові витрати, є баржевозна (ліхтеровозна) судноплавна система.

Баржевозна (ліхтеровозна) система – це транспортна логістична система з участю морського і річкового флоту, основним завданням якої є безперевалочне перевезення вантажів між портами різних річкових басейнів. При стабільному масовому вантажопотоці баржевозна система є найбільш ефективним засобом доставки вантажів «від дверей до дверей».

Баржевозні (ліхтеровозні) системи успішно діяли та діють в Європі та Північній Америці. З 1977 по 1992 рр. на території СРСР існувало кілька таких систем в Радянському Дунайському пароплаванні та Чорноморському морському пароплаванні [3].

Для компаній (або груп компаній) зі стабільним масовим вантажопотоком баржевозна система створює замкнутий цикл перевезень без участі сторонніх суб'єктів, тим самим, є найбільш економічно ефективним засобом доставки вантажів, що значно підвищує рентабельність бізнесу в цілому.

Переваги та кінцеві переваги.

Для держави:

- посилення значущості України як транзитної держави у зв'язку з переорієнтацією вантажопотоків східноєвропейських країн на транспортний напрямок Дніпро – Чорне море – Дунай – Волго-Дон – Босфор;
- повноцінне включення річки Дніпро в систему загальноєвропейських та євразійських вантажоперевезень;
- поживлення ділової активності та доходів в бюджет через зростання діяльності річкових портів на Дніпрі, судноплавних компаній, суднобудування, судноремонту.

Для експортерів:

- безперевалочна доставка вантажу безпосередньо в одних і тих же транспортних одиницях (баржах-секціях);
- здешевлення перевезення тонни вантажу і збільшення продуктивності робіт у зв'язку з виключенням подвійної і потрійної перевалки вантажу;
- виключення втрат, простоїв, очікування залізничних вагонів тощо;
- перевезення вантажу носить характер великої партійності (6-12 тис. т);
- мінімізація логістичного ланцюга доставки вантажу і виключення «розмивання відповідальності» між учасниками транспортного процесу;
- перевезення вантажу може здійснюватися на умовах SIF, що є показником якості та високої відповідальності вантажоперевізника. Дані умови є найбільш переважними для вантажоодержувача.

Для судноплавної компанії-перевізника [4]:

- прогнозований вантажопотік, можливість оптимального планування роботи та ремонту флоту;
- ритмічність роботи і незалежність від доріг та портів проміжної перевалки, морської ділянки, погодних умов;
- отримання додаткового доходу шляхом виходу на зовнішній ринок з пропозиціями перевезень барж інших власників та вантажів у напрямку «Дунай-море, Дніпро-море», між іншими річковими басейнами (формування вантажного коридору);
- можливість перевезень пасажирських суден і продовження круїзів на європейських річкових судах по Дніпру;
- розвиток перевезень барж на порти Азовського і Волго-Донського напрямків, в тому числі перевезення караванів з вантажем і пасажирських суден з РФ на Дунай і в зворотний бік.

Для суднобудівних і судноремонтних підприємств [4,5]:

- будівництво баржевозів і барж;
- технічна адаптація несамохідного флоту і буксирів/штовхачів до баржевозних перевезень;
- здійснення всіх видів ремонту та технічного обслуговування залученого в даних перевезеннях флоту (як заводського, міжрейсового, так і без виведення з експлуатації);
- модернізація і реновація залученого флоту.

Перспективи розвитку.

Можливі нижченаведені перспективи логічного продовження і розвитку.

1. Перевезення барж з/в морських портів України (Одеса, Іллічівськ, Южний), РФ (Азов, Новоросійськ), Румунії (Констанца), Грузії (Поті, Батумі), Болгарії (Варна), Туреччини (Стамбул та інші).
2. Продовження круїзних пасажирських ліній з Дунаю в Дніпро і Дон шляхом перевезення пасажирських круїзних суден на чорноморській ділянці.
3. Зростання транзитних вантажопотоків у зв'язку з спорудженням судноплавних каналів на території Білорусії: Дніпро – Прип'ять – Зх. Буг; Дніпро – Зх. Двіна (Даугава);
4. Виконання т.з. «перегінних» перевезень недобудованих корпусів суден на добудову в Європу (замість буксира використовується баржевоз).
5. Диверсифікація вантажної бази портів Дніпровського та Дунайського басейнів шляхом залучення на них вантажів, оминаючи дорогі морські порти, і залучення вантажопотоків зерна, вугілля, металу.
6. Перевезення наливних вантажів у несамохідних танкерах.
7. Перевезення контейнерів у транспортних одиницях від хаба до хаба з мінімізацією перевантажень у фідерних портах.

Наведена баржевозна система може забезпечити практично повне домінування на чорноморському ринку вантажоперевезень за рахунок створення по суті нового вантажного транспортного коридору для будь-яких типів вантажів.

Незважаючи на падіння ринку, зараз дуже зручний час для початку робіт за цим проектом, щоб до моменту підйому ринку баржевозна система вже стабільно працювала і могла принести найбільший фінансовий ефект [6].

2. Єдина чорноморська поромна система. У зв'язку з моральним та фізичним старінням існуючих автомобільних та залізничних поромів, які обслуговують поромні лінії між чорноморськими портами України та сусідніх країн, пропонується розробка проекту єдиної чорноморської автомобільно-залізничної поромної системи, яка обслуговуватиме існуючі та перспективні авто- та залізничні коридори та вантажопотоки. Оскільки пороми – це спеціалізовані судна, які потребують фахових операторів, доцільна організація окремого судовласника (або додаткове розширення існуючих), який би займався технічною та комерційною експлуатацією таких суден. Переваги та преференції практично аналогічні баржевозній системі при тому, що поромні перевезення додатково опановують окремий кластер транзитних вантажів та служать додатковим фактором приваблення транзитних зарубіжних перевізників.

3. Круїзна компанія змішаного сполучення. Задля повноцінного розвитку туристичної галузі України в частині внутрішнього та в'їзного туризму, яка дозволить включити Дніпро та його туристичний потенціал в загальноєвропейську туристичну галузь, пропонується

розробити концепт туристичної круїзної компанії, яка б спеціалізувалася на туристичних круїзних перевезеннях між Дніпром, Чорним морем, Дунаєм та у перспективі Волго-Доном та Середземним морем. Нині існуючий круїзний флот на Дніпрі та Дунаї вкрай застарілий, що стримує розвиток туризму та служить не на користь вітчизняній туристичній галузі [7].

Розвиток компанії пропонується в декілька основних етапів. 1-й етап – організація судноплавної круїзної компанії, цільове проектування та будівництва пасажирських круїзних суден для круїзів по Дніпру (у т.ч. вище Києва), Прип'яті та Десні. Досягається шляхом будівництва двох невеликих круїзних судів, місткістю 100-120 пасажирів. По мірі реалізації 2-го і 3-го етапів дані судна переводяться на круїзні лінії з заходом в білоруські порти Гомель, Брест, Могильов та інші. З моменту відкриття воднотранспортного сполучення між Білоруссю та Польщею – вихід на внутрішні водні шляхи Європи. 2-й етап – будівництво нових суден змішаного плавання з рівнем комфортабельності 4 зірки, місткістю 220 пасажирів для круїзів по Дніпру та Дунаю. Даний етап досягається шляхом природного розвитку 1-го етапу і є його логічним продовженням в частині поліпшення якості обслуговування пасажирів на судах більш високого класу комфортабельності. 3-й етап – будівництво нових суден для круїзів по Чорному морю і Середземномор'ю місткістю 800–1000 пас. для виконання круїзів у чорноморському і середземноморському басейнах, а також продовження круїзів з Дніпра і Дунаю шляхом пересадки пасажирів для відвідування морських портів. Даний етап може бути як логічним продовженням перших двох етапів, так і самостійним сегментом ринку, займаючи свою самостійну нішу.

Основні переваги та переваги:

- залучене вітчизняне суднобудування та інші споріднені галузі народного господарства країни;
- потужний розвиток національного судновласника зі змогою використання вітчизняних фахівців в області інженерії, судноплавства;
- потужний розвиток внутрішнього та з'їзного туризму;
- підвищення туристичного, технічного та технологічного престижу країни [8].

4. Єдина залізнична транспортно-туристична система. Регулярно Укрзалізниця інформує громадськість про мільярдні збитки від пасажирських перевезень. Головним чином це пов'язано з завищеними експлуатаційними витратами, перевезенням пільгових категорій пасажирів, неоптимальними графіками курсування, неповним завантаженням тощо. Підвищити прибутковість, не вдаючись до радикальних мір і непопулярних заходів, можливо шляхом запуску чартерних пасажирських потягів під загальною операторською діяльністю приватної туристичної компанії. Таким чином, регулярні чартерні перевезення стануть фінансово комфортними для залізниці та фізично зручними для пасажирів. Причому в даному випадку чартерний потяг служить одночасно як транспортною, так і туристичною складовою, що різко посилює позиції України на ринку внутрішнього туризму, в тому числі для іноземних туристів. Значно спрощується трансферна логістика для місцевих туристичних агентів і операторів у регіонах.

Запуск чартерних поїздів досягається шляхом співробітництва УЗ і туроператора, який організовує туристичні послуги в самому поїзді і бере ризики заповнення поїзда і організації всіх поїздок на себе. Тобто іншими словами – туроператор викуповує всі місця в туристичному поїзді, організовує туристичний продукт і реалізує в роздріб туристичним агентам через свою систему букінгу. Таким чином усуваються всі вищеописані негативні моменти.

Сьогодні існує потреба в подібних регулярних турпоїздах на основних напрямках: Київ – Львів – Івано-Франківськ; Київ – Харків; Київ – Миколаїв – Херсон; Київ – Дніпро – Запоріжжя; Київ – Одеса – Ізмаїл; Одеса – Львів.

Позитивні переваги:

- УЗ отримує 100% оплату витрат на організацію руху, а також прибуток;
- питання пільговиків в даному випадку є неактуальним, зменшуються збитки від пільгових перевезень;
- оператор поширює квитки через широку мережу агентств, терміналів, он-лайн продавців, відпадає необхідність утримання залізничних кас, касирів і техніки, особливо в малих і невеликих пунктах;

-
- різко зростає культура і стандарти обслуговування пасажирів за рахунок введення додаткових послуг оператором для пасажирів (інтернет, харчування, аудіо-гіди, трансфери тощо);
 - завдяки тому, що УЗ може займатися туристичними послугами, з'являється можливість комісійного продажу квитків оператора через каси та букінги УЗ – зростає дохід дороги;
 - оператор сплачує державі податок на прибуток.

Якщо до описаної системи інтегрувати круїзну компанію, описану вище, Україна отримає дуже зручну єдину транспортно-туристичну систему, яка діє цілий рік і до якої будуть підв'язані місцеві турфірми своїми послугами, що дуже сучасно і зручно для турфірм і звичайних туристів, особливо іноземних. Це стане візитною картою України на європейському туристичному ринку [9, 10].

5. Облаштування пасажирського порту-хабу на Нижньому Дунаї. На Нижньому Дунаї потрібен пасажирський порт-хаб, призначений для ротації круїзних пасажирів, які прямують як з дунайських країн, так і з Чорного моря. Через те, що такого порту немає, далеко не повністю використовується потенціал існуючого круїзного флоту як на самому Дунаї, так і в Чорному морі. В радянський період порт Ізмаїл дуже добре виконував цю міні-роль, пересаджуючи річкових пасажирів на морські судна. Але тоді було мало флоту як такого і круїзний рух не був таким потужним, він сприймався лише як престижний додаток до вантажного. Зараз, коли кількість вантажів на Дунаї зменшується, а пасажирів і туристів стає все більше роль порту-хабу на Нижньому Дунаї як ніколи актуальна. Лише окремі зарубіжні судна наважуються спускатися до Нижнього Дунаю (не більше 10% від усієї кількості) тільки тому, що в цьому випадку потрібно пасажирів везти назад, тому що звідси вони нічим не відлетять і не поїдуть, а це робить круїз дорожчим. Якби в Ізмаїлі відтворити трансферний центр, більшість пасажирів виходило б тут і сідало як на річкові, так і на морські судна, а також прибували б до Ізмаїлу літаками або залізницею.

Нині існує стабільний пасажиропотік на Нижньому Дунаї. Він дробиться (велика частина йде в Румунію), але він є, і за сприятливих обставин його можна не тільки перенаправити до себе, але й підсилити. Ось тут і потрібен пасажирський спеціалізований порт-хаб, де зосереджені не тільки морські, але й авіа- та залізничні шляхи. Ізмаїл для цього найбільш ефективне місце. Таким чином формується повноцінний транспортний хаб на півдні України, що сприяє розвитку регіону та країни в цілому. Такий порт також може бути складовою логістичних систем перевезення туристів, які описані вище [11].

6. Воднотранспортні сполучення. Євросоюз та ЄЕК ООН схвалили проекти Дніпро-Бузького водного шляху (Е-40), судноплавних каналів Даугава – Дніпро (Латвія – Білорусь), Німан – Дніпро (Литва – Білорусь). З української сторони перспективне введення до ладу цих воднотранспортних шляхів потребує логістичних та техніко-економічних розробок з метою оцінювання ступеню потрібної інтеграції вітчизняних транспортних та логістичних галузей. Але, у будь-якому випадку, введення до ладу цих нових судноплавних шляхів перетворить Дніпро на транзитний торговельний шлях, а його базові порти (Київ, Дніпро, Запоріжжя та ін.) на транзитні вантажні порти-хаби, які впливають на вантажні потоки не тільки всередині країни, а й на всьому євразійському просторі. Це дозволить більш ефективно використовувати запропоновані баржевозну систему, національну круїзну та транспортно-туристичні системи.

Висновки. Запропоновані концепти інтегрованих транспортно-логістичних систем, які здатні посилити роль України в транспортних, логістичних, технічних та туристичних галузях на світових ринках. Незважаючи на кризовий стан, зараз дуже зручно починати роботи за цими проектами, щоб на підйомі ринку системи могли бути запущені до роботи в будь-який момент.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кацура С. М., Лимар В. В. Принципи державного регулювання міжнародного трансферу знань/ С. М. Кацура, В. В. Лимар // Економічний вісник Донбасу. – 2010. – № 1(19). – С. 43-46.

2. Совершенна І. О. Університетські центри трансферу технологій – важлива ланка інноваційної інфраструктури [Електронний ресурс] / І. О. Совершенна. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/18760/1/16-71-75.pdf>
3. The knowledge-based economy. – Paris: OECD, 2006 [Electronic source]. – Access: <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/1913021.pdf>.
4. Калиновская Т. Г. Треугольник знаний как фактор инновационного развития / Т. Г. Калиновская, С. А. Косолапова, А. В. Прошкин // Современные наукоемкие технологии. – №10. – 2010. – С. 118-120.
5. Communication From the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions «Improving knowledge transfer between research institutions and industry across Europe: Embracing Open Innovation – Implementing the Lisbon agenda», Brussels, 4.4.2007, COM (2007) 182 final.
6. Official site of the Institute of Knowledge Transfer [Electronic source]. – Access: www.ikt.org.uk.
7. Etzkowitz H. The Triple Helix of University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development [Text]/ H.Etzkowitz, L.Leydesdorff // EASST Review. – 1995. – № 14.
8. Кене М. Трансфер знань на підприємстві: основні фази і впливаючі чинники / М. Кене // Проблеми теорії та практики управління. – 2000. – №2. – С. 9.
9. Баранов І. В. Кластерна модель як форма організації економіки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/26_NII_2009/Economics/51860.doc.htm
10. Паливода О. М. Оцінювання синергетичного ефекту формування кластерних організаційних структур / Паливода О. М., Плаван В. П.// Economic Annals-XXI: Volume 158, Issue 3-4(2), 2016, P: 48-51.
11. Facts and Figures about ACstyria Autocluster [Electronic source]. – Access: <http://www.acstyria.com/en/acstyria/facts-figures.php>

Панин В.В., Сёмин А.А., Радченко В.Н.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДНЕПРА, ЧЕРНОГО МОРЯ И ДУНАЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СТРАТЕГИИ УКРАИНЫ

Предлагается ряд инфраструктурных проектов по развитию перевозок, которые формируют единую интегрированную инфраструктурную систему и способны обеспечить устойчивое развитие отечественных отраслей, связанных с речным, морским и железнодорожным транспортом, судо- и машиностроением, туризмом, научными исследованиями.

Предложены концепты интегрированных транспортно-логистических систем, которые способны усилить роль Украины в транспортных, логистических, технических и туристических областях на мировых рынках.

Ключевые слова: *баржевозная система, лихтеровозная система, паромные перевозки, круизная компания, туризм, железнодорожные перевозки, Черное море, Днепр, Дунай, Днепро-Бугский водный путь, Даугава.*

Panin V.V, Syomin O.A., Radchenko V.M.

INTEGRATED TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM OF THE DNIEPER, BLACK SEA AND DANUBE, AS PART OF THE TRANSPORT STRATEGY OF UKRAINE

The authors propose a number of infrastructure development projects in transportation, which form a single integrated system and is able to ensure sustainable development of domestic industries associated with the river, sea and rail transport, shipbuilding and engineering, tourism, scientific research.

The proposed concepts of integrated transport and logistics systems that are able to strengthen Ukraine's role in the transport, logistics, technical and tourism sectors in world markets

Keywords: *barge-carrier system, lighter-carrier system, ferry services, cruise company, tourism, railway transportation, Black sea, Dnieper, Danube, Dnieper-Bug waterway, Daugava.*

Тимошук О.М., Дакі О.А, Коломієць О.М.

СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ НАДШИРОКОСМУГОВОГО РАДІОМЕТРИЧНОГО КОМПЛЕКСУ КОНТРОЛЮ ПРИБЕРЕЖНИХ АКВАТОРІЙ

Вирішена задача структурного синтезу радіометричного комплексу контролю прибережних акваторій. Імітаційним моделюванням досліджуються ймовірності виявлення надводних об'єктів у заданій зоні огляду. Порівняльним шляхом обґрунтовується доцільність обробки надширокосмугових сигналів. Розробляється методика зменшення імовірності хибного виявлення об'єктів.

Ключові слова: радіометричний комплекс, структурний синтез, прибережні акваторії, імітаційне моделювання, надводні об'єкти, надширокосмугові сигнали.

Постановка проблеми. Сучасні досягнення теорії щодо синтезу та аналізу пасивних радіотехнічних комплексів є достатньо розвинутими і можуть бути покладені в основу структурного синтезу систем контролю прибережних акваторій. Для вирішення цієї важливої наукової задачі необхідно розробити радіометричну систему виявлення та оцінювання параметрів руху надводних об'єктів у визначеній області акваторій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чимало вітчизняних та зарубіжних науковців приділяло увагу питанню сучасної теорії ПРТК. Серед них Єсепкіна Н.О., Королькова Д.В., Парійський Ю.М., К. Ван Схонвелд, Томпсон А.Р., Уилсон Т. та ін. Слід зазначити, що підґрунтям для цих робіт стали статті Мартіна Райла, у яких описано метод пасивного синтезу та його практичну реалізацію.

Мета дослідження. Розробити радіометричну систему виявлення та оцінювання параметрів руху надводних об'єктів у визначеній області акваторій.

Основні результати дослідження. Постійний контроль прибережних зон річкових та морських акваторій є важливою складовою комплексної системи ефективної протидії різним видам порушень. Наразі до складу таких комплексів входять гідроакустичні, радіолокаційні, оптико-електронні, магнітометричні, сейсмічні та інші системи. При цьому чільне місце серед таких систем посідають саме радіолокаційні системи, які забезпечують стає вирішення задач у будь-яких метеоумовах, незалежно від часу доби та сезону. Основними радарями, які пропонуються на ринку відповідних послуг, є берегова радіолокаційна станція міліметрових хвиль «Нева-Б» [1], радіолокаційна система охорони «Orwell-R» [1], радіолокаційна станція «MP-2GD» («Балтика-М») [1] і інші. Характерним для цих та подібних до них систем є те, що це радіолокаційні станції активного типу, тобто вони випромінюють радіосигнал і за результатами обробки відбитого об'єктами та середовищем сигналу приймають рішення щодо наявності чи відсутності об'єктів у заданій зоні простору. Такі станції є досить високоточними, проте меншою мірою відповідають сучасним тенденціям створення обліку перспективних радіосистем, а саме ідеології «GreenEngineering» [2]. Ця ідеологія передбачає створення енергоефективних, біологічно безпечних та нешкідливих для навколишнього середовища систем. Цим вимогам відповідають пасивні радіолокаційні системи, які оброблюють власне радіотеплове випромінювання об'єктів.

Зважаючи на попередні результати досліджень [3, 4], можна зробити висновок, що сучасні досягнення теорії щодо синтезу та аналізу пасивних радіотехнічних комплексів є достатньо розвинутими і можуть бути покладені у основу структурного синтезу систем

контролю прибережних акваторій. Вирішенню цієї важливої наукової задачі присвячено статтю.

Необхідно розробити радіометричну систему виявлення та оцінювання параметрів руху надводних об'єктів у визначеній області акваторій.

Для цього необхідно вирішити такі завдання: виявлення та обчислення кількості надводних об'єктів на поверхні моря; визначення координат цих об'єктів в заданому секторі сканування системи (оцінювання параметрів руху можливо реалізувати за рахунок послідовного у часі порівняння координат об'єктів).

Вихідні дані: в результаті синтезу радіометричного виявника надводних об'єктів повинні бути досягнуті наступні показники якості: ймовірність правильного виявлення не менше 0,99 при ймовірності хибної тривоги 10^{-7} ; дальність дії системи: від 150 м до 10 км; робоча зона огляду не менше 60 градусів.

Геометрія задачі показана на рис. 1. На рис. 1 введено наступні позначення: AP1 та AP2 – антенні решітки; d – база (відстань між фазовими центрами AP1 та AP2); R_{\min} , R_{\max} – мінімальна та максимальна дальність дії радіометричного комплексу.

При дослідження обмежимося розгляданням принципової можливості вирішення задачі радіометричним комплексом.

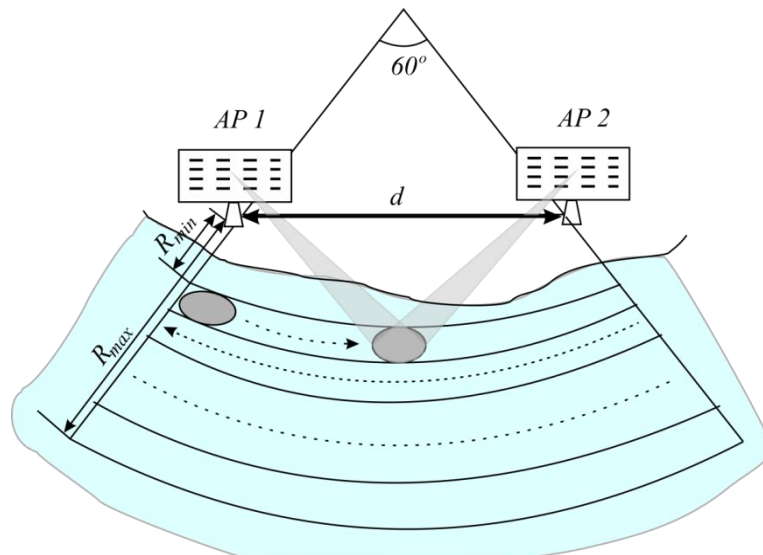


Рисунок 1 – Геометрія задачі

Моделі випромінювання моря і металу

Як модель моря будемо використовувати модель плоскої поверхні [5]:

$$T_s^{\circ} = [1 - |\dot{K}_{f\Gamma(B)}|^2] T^{\circ}, \quad (1)$$

де T° – термодинамічна температура моря,

$$\dot{K}_{f\Gamma} = \frac{\sqrt{\dot{\epsilon}_1} \cos \theta_i - \sqrt{\dot{\epsilon}_2 - \dot{\epsilon}_1 \sin^2 \theta_i}}{\sqrt{\dot{\epsilon}_1} \cos \theta_i + \sqrt{\dot{\epsilon}_2 - \dot{\epsilon}_1 \sin^2 \theta_i}}, \quad (2)$$

$$\dot{K}_{fB} = \frac{\dot{\epsilon}_2 \cos \theta_i - \sqrt{\dot{\epsilon}_1} \sqrt{\dot{\epsilon}_2 - \dot{\epsilon}_1 \sin^2 \theta_i}}{\dot{\epsilon}_2 \cos \theta_i + \sqrt{\dot{\epsilon}_1} \sqrt{\dot{\epsilon}_2 - \dot{\epsilon}_1 \sin^2 \theta_i}}, \quad (3)$$

K_f – коефіцієнти відбиття Френеля для коливань плоских хвиль горизонтальної та вертикальної поляризацій, $\dot{\epsilon}_1$, $\dot{\epsilon}_2$ – діелектрична проникність першого і другого середовищ, θ_i – кут спостереження.

У розглядуваному випадку, коли середовище над поверхнею розділу – повітря ($\dot{\varepsilon}_1 = 1$, $\dot{\varepsilon}_2 = \dot{\varepsilon}$), коефіцієнти відбиття (2) і (3) приймають вигляд:

$$\dot{K}_{f\Gamma} = \frac{\cos \theta_i - \sqrt{\dot{\varepsilon} - \sin^2 \theta_i}}{\cos \theta_i + \sqrt{\dot{\varepsilon} - \sin^2 \theta_i}}, \quad (4)$$

$$\dot{K}_{fB} = \frac{\dot{\varepsilon} \cos \theta_i - \sqrt{\dot{\varepsilon} - \sin^2 \theta_i}}{\dot{\varepsilon} \cos \theta_i + \sqrt{\dot{\varepsilon} - \sin^2 \theta_i}}. \quad (5)$$

З аналізу (4) і (5) випливає, що для розрахунку коефіцієнтів Френеля необхідно знати величину комплексної діелектричної проникності. Для прісної води цю величину можна визначити згідно з формулою Дебая [5]:

$$\dot{\varepsilon} = \varepsilon' - j\varepsilon'' = \varepsilon'(1 - j \cdot \operatorname{tg} \delta) = \left[\varepsilon_0 + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_0}{1 + (\lambda_s / \lambda)^2} \right] - j \frac{\lambda_s}{\lambda} \cdot \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_0}{1 + (\lambda_s / \lambda)^2}, \quad (6)$$

де ε_0 – оптична діелектрична проникність води, ε_s – статистична діелектрична проникність води, λ_s – критична довжина хвилі, пов'язана з часом релаксації молекул води, а $\operatorname{tg} \delta = \varepsilon'' / \varepsilon'$ – тангенс кута втрат.

Параметри ε_0 , ε_s і λ_s визначаються такими виразами:

$$\varepsilon_0 = 5,5,$$

$$\varepsilon_s = 88,2 - 0,40885 \cdot T^\circ + 0,00081 \cdot T^{\circ 2}, \quad (7)$$

$$\lambda_s = 1,8735116 - 0,027296 \cdot T^\circ + 0,000136 \cdot T^{\circ 2} + 1,662 \exp(-0,0634 \cdot T^\circ).$$

Для морських вод, як окремого випадку солоних і солонуватих розчинів, крім температурної залежності, необхідно враховувати також і залежність ε_s і λ_s від значення солоності розчину S_w

$$\begin{aligned} \varepsilon_s(S_w) &= \varepsilon_s - 17,2 \cdot S_w / 60, \\ \lambda_s(S_w) &= \lambda_s - 0,206 \cdot S_w / 60. \end{aligned} \quad (8)$$

Проаналізуємо розміщення двоантенної радіометричної система на різних висотах $h = (2,5 \ 5 \ 10 \ 15 \ 20)$ м щодо рівня моря. При цьому кути спостереження будуть дорівнювати:

$$\begin{aligned} \theta_{\min} &= \operatorname{arctg}(R_{\min} / h) \approx (89,045 \ 88,091 \ 86,186 \ 84,289 \ 82,405) \text{ град}; \\ \theta_{\max} &= \operatorname{arctg}(R_{\max} / h) \approx (89,986 \ 89,971 \ 89,943 \ 89,914 \ 89,885) \text{ град}, \end{aligned} \quad (9)$$

а комплексна діелектрична проникність води $\dot{\varepsilon} = 54,146 - j \cdot 28,044$.

Для дослідження виберемо робочу смугу частот $2\Delta f = 4$ ГГцз центральною частотою $f_0 = 10$ ГГц.

Розрахуємо параметри для морської води ($S_w = 35\text{‰}$) при температурі 20° на частоті $f = 10$ ГГц (табл. 1).

Розрахунок параметрів для морської води

Висота розміщення системи, м	Кут спостереження θ_i , град.	$T_{\text{вода},G}$, К	$T_{\text{вода},B}$, К	ΔT_{sG} , К	ΔT_{sB} , К
2,5	$\theta_{\min} = 89,045^\circ$	2,435	117,443	67,565	-47,443
	$\theta_{\max} = 89,986^\circ$	0,037	2,233	69,963	67,767
5	$\theta_{\min} = 88,091^\circ$	4,849	189,234	65,151	-119,234
	$\theta_{\max} = 89,971^\circ$	0,073	4,449	69,927	65,551
10	$\theta_{\min} = 86,186^\circ$	9,601	260,253	60,399	-190,253
	$\theta_{\max} = 89,943^\circ$	0,147	8,83	69,853	61,17
15	$\theta_{\min} = 84,289^\circ$	14,245	284,558	55,755	-214,558
	$\theta_{\max} = 89,914^\circ$	0,22	13,145	69,78	56,855
20	$\theta_{\min} = 82,405^\circ$	18,767	288,801	51,233	-218,801
	$\theta_{\max} = 89,885^\circ$	0,293	17,394	69,707	52,606

Як відомо, металеві об'єкти (надводні кораблі, човни) повністю відображають температуру неба, тому в подальших розрахунках застосуємо температуру яскравості об'єкта, рівну 70°K (температура, характерна для центральної частоти $f_0 = 10 \text{ ГГц}$). Тоді з аналізу табл. 1 випливає, що приріст яскравісної температури корабля на тлі моря завжди позитивний по горизонтальній поляризації і може бути позитивним і негативним по вертикальній поляризації. Тому для спрощення процесу розробки системи будемо оброблювати сигнали горизонтальної поляризації.

Визначення бази антенної системи

Для визначення положення об'єкта за допомогою двоантенної пасивної радіотехнічної системи необхідно, щоб об'єкт знаходився в ближній зоні Френеля щодо системи. Це еквівалентно тому, що максимальна дальність дії системи повинна задовольняти такій умові [6]:

$$R_{\max}^2 \leq 0,38 \frac{d^3}{\lambda}, \quad (10)$$

де d – база системи (відстань між антенами), λ – довжина хвилі.

З аналізу вихідних даних і виразу (10) випливає, що мінімальна база системи дорівнює:

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{R_{\max}^2 \cdot \lambda_{\max}}{0,38}} \approx 202,5 \text{ м.}$$

Алгоритмічна основа системи

Для виявлення надводного об'єкту(корабля, човна) на тлі води методом максимальної правдоподібності синтезовано оптимальний алгоритм обробки сигналів у такому вигляді (аналогічно синтезу алгоритму, наведеному у [3]):

$$Z = \frac{1}{k_B K_0^2 T \Delta f} \int_0^T u_1(t - \tau_0) u_2(t) dt \underset{<}{\underset{\geq}{>}} Z_0, \quad (11)$$

де k_B – постійна Больцмана, K_0 – коефіцієнт підсилення приймача, T – час інтегрування, $2\Delta f$ – смуга пропускання вхідного тракту приймача, τ_0 – час затримки сигналу, прийнятого першою антеною, відносно сигналу, прийнятого другою антеною, Z_0 – значення порогу.

Коефіцієнт підсилення приймача K_0 визначається до початку роботи системи (під час калібрування):

$$\hat{K}_0^2 = \frac{2}{k_B T \Delta f [T_{hot}^\circ - T_{cold}^\circ]} \int_0^T m(t) u^2(t) dt, \quad (12)$$

де $m(t)$ – меандр, амплітуда якого змінюється від -1 до 1.

Ймовірності хибної тривоги та правильного виявлення знайдемо таким чином:

$$L(\eta_0) = 0,5 \left[1 - \Phi\left(\eta_0 / \sigma_{\eta(\bar{u}|0)}\right) \right], \quad (13)$$

$$D(\eta_0) = 0,5 \left[1 - \Phi\left(\eta_0 / \sigma_{\eta(\bar{u}|1)} - \mu_e\right) \right], \quad (14)$$

де

$$\Phi(x_0) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{x_0} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx \quad (15)$$

– інтеграл Лапласа,

$$\mu_e = \frac{\Delta T_s^\circ \sqrt{T 2 \Delta f}}{\sqrt{(2T_{s_0}^\circ + T_n^\circ)(T_{s_0}^\circ + T_n^\circ)}} \quad (16)$$

– відношення сигнал/шум.

Побудуємо графік залежності ймовірності хибної тривоги від порогу (рис. 2) для наступних значень: $T_s^\circ = 20K$, $T_{s_0}^\circ = 70K$, $T_n^\circ = 300K$, $2T\Delta f_r = 2 \cdot 10^6$. Після цього, визначимо величину порога за заданим значенням ймовірності хибної тривоги $L \approx 10^{-7}$. Далі побудуємо криву виявлення для необхідної ймовірності хибної тривоги (рис. 3).

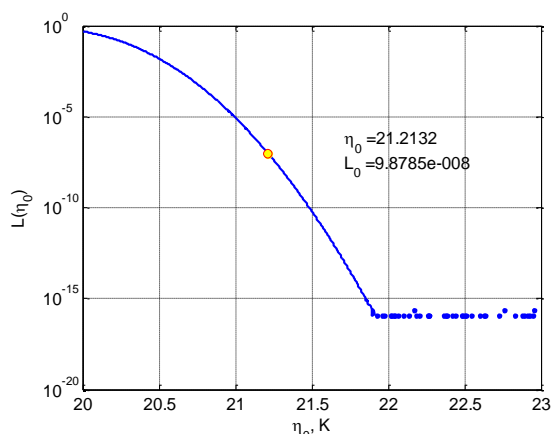


Рисунок 2 – Залежності ймовірності хибної тривоги від величини порога

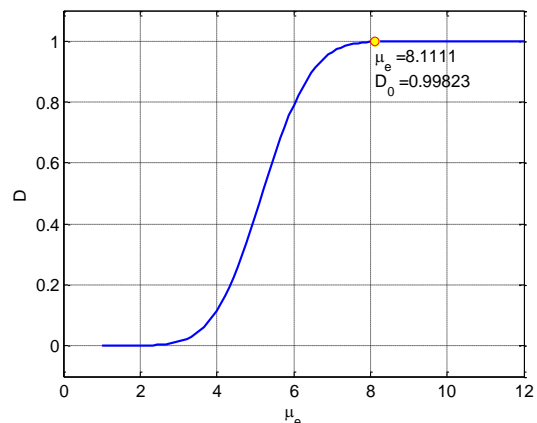


Рисунок 3 – Крива виявлення для ймовірності хибної тривоги $L \approx 10^{-7}$

З аналізу результатів випливає, що для виявлення надводного об'єкту (корабля) на тлі моря з ймовірністю правильного виявлення $D \approx 0,998$ при заданій ймовірності хибної тривоги $L \approx 10^{-7}$ необхідне значення відношення сигнал/шум $\mu_e \approx 8,11$.

Вважаючи, що час інтегрування $T=0,01c$, знайдемо мінімально необхідну смугу пропускання вхідного тракту приймача, яка задовольнить заданому відношенню сигнал/шум:

$$2\Delta f \geq \frac{1}{T} \frac{\mu_e (2T_{s_0}^\circ + T_n^\circ)(T_{s_0}^\circ + T_n^\circ)}{(\Delta T_s^\circ)^2} \approx 0,428 \text{ МГц}. \quad (17)$$

Слід зазначити, що попередньо обрана ширина смуги 4 ГГц повністю задовольняє виразу (17).

Розробка структурної схеми

Структурна схема пасивної радіотехнічної системи показана на рис. 4. Тут A_1, A_2 – антени радіотехнічної системи, G – генератор моделюючої напруги, CS – керований перемикач (Control Switch), Z^{-1} – лінія затримки, CL – лінія зв'язку (Communication Line), \times – помножувач, $\int_0^T dt$ – інтегратор, \lesseqgtr – пороговий пристрій, M – блок пам'яті (Memory).

Розглянемо принцип дії схеми, наведеної на рис. 4 у різних режимах її роботи.

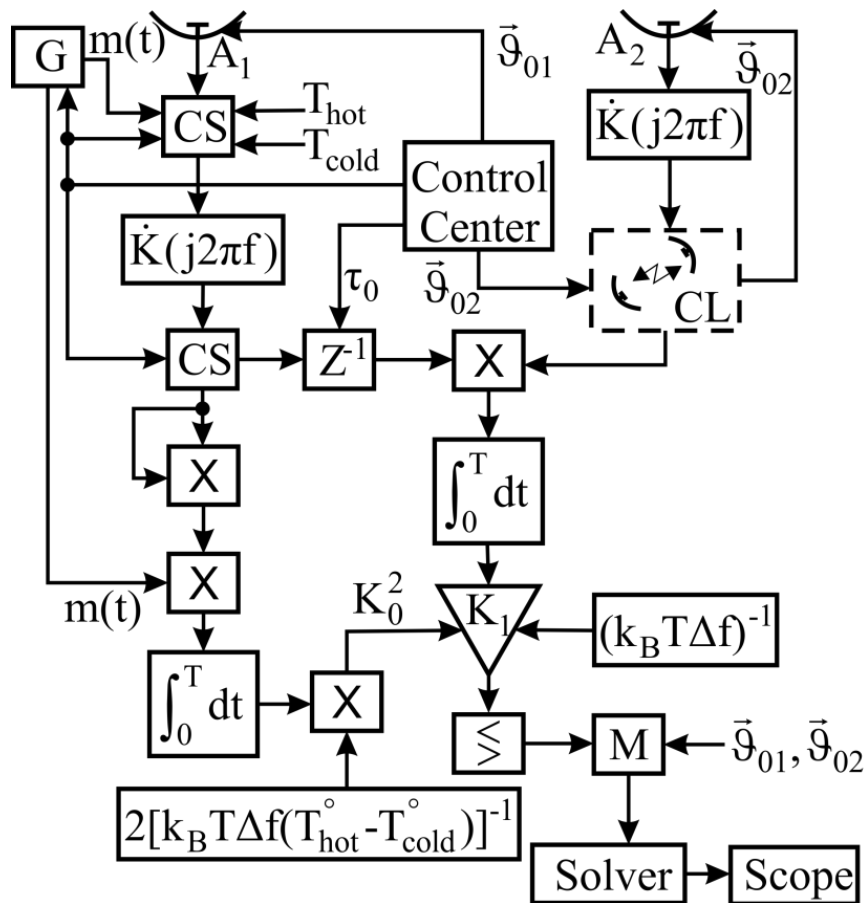


Рисунок 4 – Структурна схема виявлювача

Режим «Калібрування» передбачає визначення коефіцієнта підсилення згідно (12). При цьому центр управління (Control Center) формує сигнал управління першим керованим перемикачем (CS), який відключає від входу приймача антени. Синхронно цей сигнал передається на генератор напруги, що модулює (блок G) для періодично підключення до входу першого каналу гарячого і холодного еталонних джерел з температурами T_{hot}, T_{cold} , відповідно, і на другий перемикач для подачі сигналу після лінійної частини приймача (ЛЧП) на квадратичний детектор. Шуми "гарячого" і "холодного" джерела проходять детекторні

частини приймача з частотною характеристикою $\dot{K}(j2\pi f)$, де змішуються з внутрішніми шумами $n(t)$ і підсилюються у K_0 разів. Після квадратичного детектора, сигнали послідовно проходять синхронний детектор, інтегратор і підсилюються у $2[k_B T \Delta F (T_{hot}^\circ - T_{cold}^\circ)]^{-1}$ разів.

Режим «виявлення» і «оцінювання координат» слідує за режимом калібрування і є основним режимом роботи радіотехнічної системи. Центр управління подає сигнали управління першим і другим перемикачами для підключення антен до входу приймача і формує сигнал керування напрямком першої антени $\vec{\mathcal{G}}_{01}$. Сигнал після ЛЧП проходить лінію затримки (Z^{-1}) і надходить на блок перемноження. Лінія затримки налаштовується сигналом, отриманим з центру управління згідно наступного виразу

$$\tau_0 = (O_1 S - O_2 S) c^{-1}, \quad (18)$$

де $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – швидкість розповсюдження радіохвиль.

Центр управління формує і сигнали управління напрямком антени $\vec{\mathcal{G}}_{02}$ згідно з формулою:

$$\vec{\mathcal{G}}_{02} = \overline{O_2 S} / |\overline{O_2 S}|.$$

Друга антена отримує сигнал управління від центру управління через лінію зв'язку (Communication Line). Сигнал на виході ЛЧП другого каналу передається через лінію зв'язку і поступає на другий вхід блоку множення. Далі сигнал проходить інтегратор, підсилюється в K_1 і $(K_0^2 k_B T \Delta f)^{-1}$ разів і надходить до порогового пристрою. В пороговому пристрої здійснюється порівняння величини Z з порогом для встановлення факту наявності чи відсутності об'єкта на ділянці, де перехрещуються діаграми спрямованості. Результат виявлення буде зберігатися в блоці пам'яті (Memory) разом зі значеннями напрямків антен і подається в обчислювальну машину для визначення координат виявлених об'єктів і побудови карти, яка показується в індикаторі (Score). Координати об'єкта в декартовій системі $O_1 xuz$ визначаються згідно з наступною формулою:

$$(x_{S(O_1)}, y_{S(O_1)}, z_{S(O_1)}) = -h / \mathcal{G}_{01z} (\mathcal{G}_{01x}, \mathcal{G}_{01y}, \mathcal{G}_{01z}). \quad (19)$$

Результати імітаційного моделювання

Проведемо імітаційне моделювання роботи схеми, показаної на рис. 5.

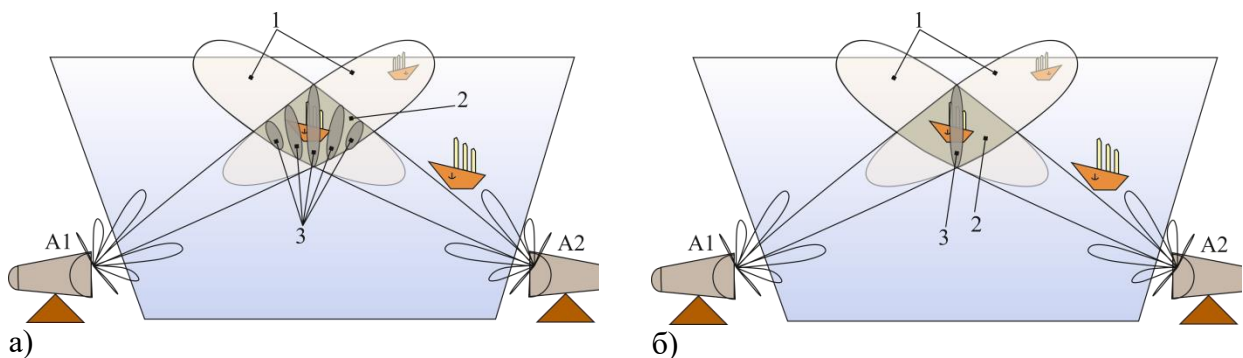


Рисунок 5 – Геометрія імітаційного моделювання: а) – вузькосмугова ПРТС; б) – надширокосмугова ПРТС

На рис. 6 введено наступні позначення: A1, A2 – антенні решітки; область 1 – область пересічення ДС з підстильною поверхнею (акваторією), з якої надходить сигнал у кожну з антен; область 2 – область пересічення діаграм спрямованості обох антен; область 3 – область високої кореляції (сигнали, які надходять на обидві антени з області 3 корелюють між собою з коефіцієнтом кореляції більше як 0,5).

З аналізу рис. 5 випливає, що область високої кореляції у випадку обробки вузькосмугових сигналів багатозначна (див. рис. 5.а) і не дозволить однозначно визначити положення об'єкту. У той же час, обробка НШС значно звужує область високої кореляції (див. рис. 5.б), що дозволяє провести однозначні вимірювання.

На рис. 6 показано результати моделювання, яке містить результати наступних досліджень: моделювання алгоритму виявлення; моделювання алгоритму визначення координат (замінено прив'язуванням алгоритму до карти місцевості в координатах дальностей щодо фазового центру ПРТС).

На рис. 6.а показана карта істинного розміщення надводних об'єктів. На рис. 6.б – результат моделювання виявлення та оцінювання координат при використанні вузькосмугової ПРТС ($2\Delta f = 0,3$ ГГц, задовольняє умові (17)), а на рис. 6.в – при використанні надширокосмугової ПРТС.

З аналізу рис. 6 робимо висновок, що використання вузькосмугової ПРТС призводить до наявності хибних об'єктів – невеликий об'єкт розпізнано безпосередньо біля найбільшого об'єкту. Фізично це пояснюється тим, що ФН вузькосмугових ПРТС є багатопелюстковий, а багатопелюстковість породжує хибні максимуми на зображенні. Використання ж надширокосмугової ПРТС (див. рис. 6.в) позбавляє хибних виявлень. Це пояснюється суттєво більшим усередненням незалежних відліків (розширення смуги збільшує число незалежних відліків у часовій області).

На рис. 6 наведено результати вимірювання кількості виявлених об'єктів при використанні вузькосмугової ПРТС (при використанні НШС ПРТС багатопелюстковість ФН не спостерігається, тому для них не досліджена частота «фантомів»). На рис. 6 введено наступні позначення осей: $N_{targets}$ – кількість виявлених цілей; n – частота повторення результату експеримента. При проведенні моделювання проведено 1000 імітацій експерименту. Реальна кількість надводних об'єктів – 3.

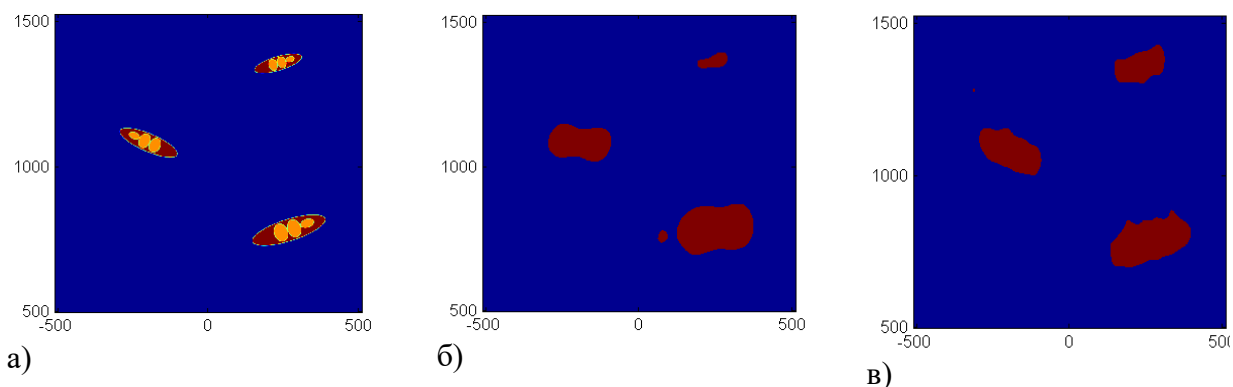


Рисунок 6 – Розміщення об'єктів: а) – істинне розміщення водного транспорту, б) – карта розміщення об'єктів, отримана з використанням вузькосмугової радіометричної системи, в) – карта розміщення об'єктів, отримана з використанням надширокосмугової радіометричної системи

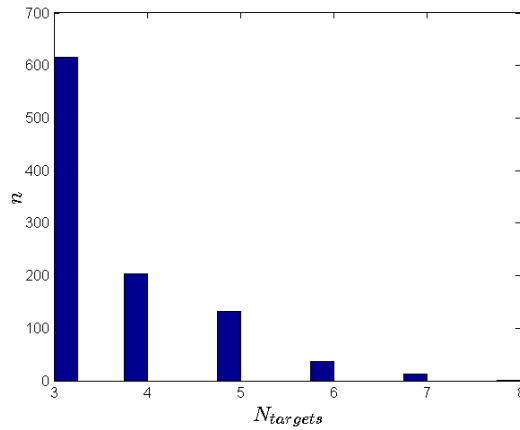


Рисунок 7 – Частота n визначення кількості $N_{targets}$ цілей при проведенні 1000 імітаційних експериментів (істинне значення $N_{targets} = 3$) з використанням вузькосмугової ПРТС

Ймовірність появи хибних об'єктів – «фантомів» можна зменшити за рахунок усереднення карт водних акваторій з об'єктами, які побудовані на суміжних оглядах визначеного простору. Проте метод не доцільно використовувати як основний при зменшенні ймовірності появи «фантомів», оскільки він потребує значного часу. Пропонується дослідити основні ознаки «фантомів» і використати їх для наступної фільтрації. Серед таких ознак виділяємо наступні:

- «фантом» з'являється поблизу реального об'єкта, що визначається причиною його утворення
- багатопелюстковістю ФН вузькосмугових ПРТС. Близькість при цьому визначається відповідно до розміру самого хибного об'єкта;
- розміри фантома (у переважній більшості випадків) не перевищують третьої частини меж основного об'єкта.

Враховуючи ці ознаки (розробка відповідного методу «ознак» і його реалізацію Software) проведено серію з 1000 імітаційних експериментів. Результати цих експериментів оброблено аналогічно результатам, які склали основу рис. 7, та показано на рис. 8.

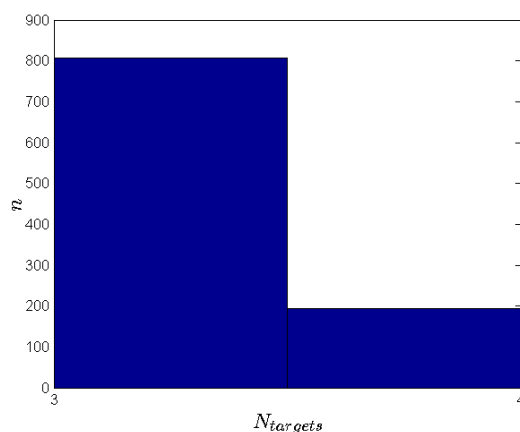


Рисунок 8 – Частота n визначення кількості $N_{targets}$ цілей при проведенні 1000 імітаційних експериментів (істинне значення $N_{targets} = 3$) з використанням вузькосмугової ПРТС (застосовано програмне коригування карт)

З аналізу рис. 8 слідує, що програмним способом вдалося видалити значну кількість (майже 50%) «фантомів». Проте повністю позбутися цього ефекту не вдалося. Доцільно використати

подвійну обробку методами «ознак» та усереднення карт, отриманих на суміжних інтервалах спостереження. На рис. 9 наведено результати імітаційного моделювання з наступним застосуванням обох методів.

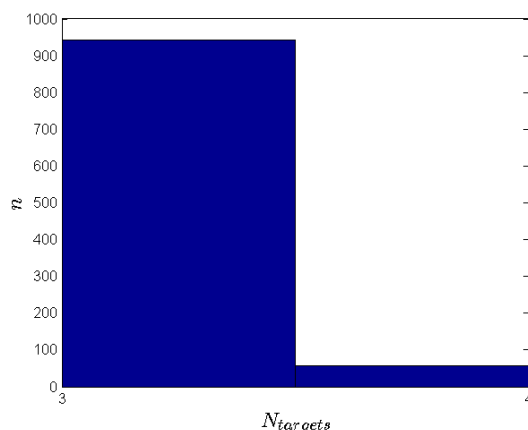


Рисунок 9 – Частота n визначення кількості $N_{targets}$ цілей при проведенні 1000 імітаційних експериментів (істинне значення $N_{targets} = 3$) з використанням вузькосмугової ПРТС (застосовано програмне коригування карт та усереднення за трьома суміжними за часом формування картами)

З аналізу рис. 7–9 випливає, що застосування обох вказаних методів дозволяє зменшити ймовірність виникнення хибних об'єктів більше як 6 разів.

Висновки. У статті вирішена задача структурного синтезу радіометричного комплексу та досліджено його основні характеристики у т.ч. шляхом імітаційного моделювання.

Зокрема з аналізу результатів моделювання можна зробити такі висновки:

- 1) реалізація пасивних радіотехнічних систем контролю водного транспорту у прибережних акваторіях має цілком реальне фізичне підґрунтя. Проведений аналіз вказує на те, що такі системи повинні обробляти сигнали вертикальної поляризації, оскільки при цьому спостерігається максимальний контраст «метал-вода» (метал при цьому перевищує ефективну температуру неба);
- 2) для вирішення задачі достовірного виявлення достатньо не надто широкої смуги пропускання – див. умову (17), проте ця умова не є достатньою для однозначного визначення положення об'єкта. Зокрема, багатопелюстковість ФН призводить до появи «фантомів» у безпосередній близькості до реальних об'єктів. Вочевидь, такі об'єкти будуть з'являтися на різних картах у різних місцях, але при малому часі спостереження це не завжди зручно;
- 3) для зменшення кількості «фантомів» запропоновано використати т.з. метод «ознак» разом з методом усереднення карт, які сформовано на сусідніх інтервалах часу. Застосування лише одного методу «ознак» дає зниження помилкового виявлення об'єктів лише у 2 рази. Застосування ж обох методів зменшує кількість помилок у 6 разів;
- 4) перехід до обробки НШС сигналів у ПРТС дозволяє отримати достатнє усереднення і ймовірність появи «фантомів» суттєво зменшується, що демонструється результатами моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комплексы инженерно-технических средств охраны акваторий [каталог продукции] / Комплексные системы защиты акваторий. – 2015. – 98 с.
2. P. G. Ranky, "Sustainable green product design and manufacturing / assembly systems engineering principles and rules with examples," Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology, Arlington, VA, 2010, pp. 1-6. doi: 10.1109/ISSST.2010.5507706.

-
3. Синтез оптимального обнаружителя в многоантенной радиометрической системе / В. К. Волосюк, Кыонг Ву Та, Е. Н. Тимощук, С. С. Жила // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник «Радиотехника». – Вып. 182. – Х., 2015. – С. 5–12.
 4. Нгуен Ван Киём. Оптимальная оценка радиояркости протяженного источника радиотеплового излучения в двухантенной сверхширокополосной радиометрической системе / Нгуен Ван Киём, Е.Н. Тимощук // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, 2015. – №4(74). – С.13–18.
 5. Волосюк В. К. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации [Текст] : монография / В. К. Волосюк, В. Ф. Кравченко ; под ред. В. Ф. Кравченко. – М. : Физматлит, 2008. – 704 с.
 6. Пространственно-временная обработка сигналов / И. Я. Кремер, А. И. Кремер, В. М. Петров и др.; Под ред. И. Я. Кремера. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.

Тимощук Е.Н., Даки Е.А., Коломиец О.М.

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ

Решена задача структурного синтеза радиометрического комплекса контроля прибрежных акваторий. Имитационным моделированием исследуются вероятности обнаружения надводных объектов в заданной зоне обзора. Сравнительным путем обосновывается целесообразность обработки сверхширокополосных сигналов. Разрабатывается методика уменьшения вероятности ложного обнаружения объектов.

Ключевые слова: *радиометрический комплекс, структурный синтез, прибрежные акватории, имитационное моделирование, надводные объекты, надширокополосные сигналы.*

Tymoshchuk O.M., Daki O.A, Kolomiyets O.M.

STRUCTURAL SYNTHESIS OF UWB (ULTRA WIDE BAND) RADIOMETRIC SURVEILLANCE OF COASTAL WATERS

The coastal waters UWB (ultra wide band) radiometric surveillance structural synthesis issue is solved. A research of probability of obtaining surface objects in predetermined coverage area is done basing on imitation modelling. Ultra-wideband signals processing feasibility is justified by comparative way. A working out of methodology for decreasing objects false obtaining is in process.

Keywords: *radiometric surveillance system, structural synthesis, coastal waters, imitation modelling, surface objects, over-UWB signals.*

Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О.

ПОЛІПШЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОДАВАННЯ ВОДНЮ

У статті запропоновано технічне рішення, що може бути застосовано у складі суднових дизельних енергетичних установок, які працюють на важких сортах палива. При цьому виробництво водню може бути здійснено на борту судна шляхом електролізу. Використання малих домішок водню представляється особливо доцільним при роботі на часткових та перехідних режимах, заходах судна в порти, вузькості, проливи та в інших районах з підвищеними вимогами щодо екологічних показників енергетичних установок

У статті представлено один із шляхів підвищення ефективності дизельних двигунів, яким є додавання водню (0,2...2,0% по масі) до основного дизельного палива. Запропоновано додавання водню до паливопроводу високого тиску між паливним насосом (ПНВТ) та форсункою. Завдяки цьому досягнуто зменшення питомої витрати палива на рівні 0,4...2,8%.

Ключові слова: *двигун внутрішнього згорання, водень, водневі добавки, система подачі водню.*

Постановка проблеми. Незважаючи на прогрес у створенні вискоефективних турбопоршневих двигунів внутрішнього згорання для транспортних та стаціонарних енергетичних установок, зменшення витрат пального та зниження викидів шкідливих речовин з випускними газами цих двигунів на теперішній час залишається актуальною проблемою.

Аналіз сучасних розробок та публікацій. Одним з рішень даної проблеми є подача водню до робочого циліндру двигуна та спалювання його на робочому ході. При цьому основні вітчизняні та закордонні розробки базуються на подачі газоподібного водню до камери згорання при наповненні циліндра. Водень подається у повітряний ресивер дизеля і далі разом з повітрям надходить у циліндри [1].

Далі суть процесу являє собою принцип роботи газодизеля, тобто запалення водню у камері згорання відбувається від запалення дизельного палива. При цьому водень може використовуватися як основне, так і додаткове паливо, в залежності від пропорції (кількості по масі) водню до дизельного палива.

Основним недоліком даного процесу є зменшення коефіцієнту надлишку повітря, що призводить до втрати потужності двигуна, значного збільшення максимальної температури згорання палива та збільшення концентрації NOx у відпрацьованих газах.

Використання водню як основного палива ДВС в даний час не представляється доцільним через високу вартість водню і труднощів його зберігання у великих кількостях. Очевидно, прийнятним для ДВС є часткова заміна воднем вуглеводневого палива, тобто подача в циліндри двигуна поряд з основним паливом невеликих добавок водню, що дозволяє підвищити експлуатаційну ефективність ДВС та їх екологічну безпеку. Використання водню у вигляді невеликих добавок до органічного палива двигунів СЕУ не створює проблем, пов'язаних з його виробництвом і зберіганням. Використання екологічно чистих водневих добавок особливо доцільно при входженні судів в прибережні акваторії і порти, коли основне навантаження припадає на високотоксичні дизель-генератори. Застосування невеликих добавок водню до дизельного палива дозволяє поліпшити якість сумішоутворення і горіння палива в циліндрах двигуна. Водневі добавки приводять до зменшення швидкості процесів спалаху і зменшення періоду затримки запалення.

Одним з шляхів щодо вирішення проблеми є використання малих (0,2...1,0% по масі) домішок водню до основного рідкого палива ДВЗ. При цьому слід зауважити, що водень в

даному випадку використовується не як енергоносіє, що заміщує вуглеводневе паливо, а у якості каталізатора процесу вигорання зазначеного палива у циліндрах ДВЗ.

Твердження, що водень виступає саме в якості каталізатора процесу горіння, ґрунтується на тому, що при незначній його кількості, незважаючи на високу теплотворну здатність ($Q_H = 120 \text{ МДж/(кгК)}$), його кількість (до 1,0% по масі) не впливатиме на горіння як додаткове паливо. Проте, наявність водню в циліндрі стимулюватиме сам процес горіння та виступатиме саме в якості каталізатора.

Дослідження малих домішок водню до основного рідкого дизельного палива ДВЗ, які були проведені в лабораторії перспективних енергетичних технологій, дають змогу стверджувати, що домішки водню приводять до інтенсифікації процесу вигорання дизельного палива (особливо важких сортів) таким чином, що робочий процес ДВЗ зміщується вліво, що наближає його до процесу при постійному об'ємі. Було встановлено також, що при цьому спостерігається перерозподіл теплового балансу ДВЗ: зменшуються частки тепла, яке викидається у навколишнє середовище системою охолодження та з випускними газами. Це приводить до підвищення ККД двигуна на 0,5...5,0% у залежності від кількості домішок водню та навантаження, що також підтверджується результатами інших дослідників [1-3].

Попередні дослідження показали, що малі домішки водню позитивно впливають роботу ДВЗ на часткових та перехідних режимах, а також при використанні важких сортів основного дизельного палива. У цих випадках відносний позитивний ефект є найбільшим.

Однак, отримані результати мали якісний характер та не дозволяють розробити методики розрахунку робочих процесів з використанням домішок водню, остаточно визначити раціональну кількість подачі водню у циліндрі дизельного ДВЗ, надати практичні рекомендації щодо модернізації ДВЗ при використанні таких домішок.

Одним з вельми важливих факторів, який суттєво впливає на ефективність застосування домішок водню, є спосіб подачі у ДВЗ. Додавання водню на всмоктування двигуна, як найпростіший засіб, знайшло використання на ранніх стадіях впровадження. Але, цей засіб ускладнює якісне регулювання ДВЗ, а також не є повністю безпечним завдяки можливості утворення вибухонебезпечної суміші у впускному тракті ДВЗ та її запаленню з наступним вибухом. Такі явища спостерігалися як у ДВЗ, що працюють за циклом Отто, так і у дизельних двигунах.

Одним з можливих засобів є подача малих домішок водню із застосуванням рішення, запропонованого науковим колективом під керівництвом проф. Н.Н. Патрахальцева [5]. Головна ідея міститься у тому, щоб додавати водень у дизельне паливо в магістраль високого тиску на хвилі низького тиску за допомогою спеціального пристрою. При цьому на хвилі тиску дизельне паливо насичується воднем та поступає у форсунку і далі впорскується у циліндр двигуна. Після впорскування та зниження тиску в циліндрі водень звільнюється з дизельного палива, сприяє подальшому подрібненню крапель та швидко дифундує в об'єм надпоршневого простору. Кількість водню, який додається до циклової подачі дизельного палива, регулюється тиском водню на вході у пристрій.

Проте, у науковій літературі не знайдено достатньо інформації щодо результатів експериментального дослідження додавання водню до основного рідкого палива ДВЗ.

Тому **метою дослідження** було саме експериментальне підтвердження даної теорії та отримання якісних результатів.

Виклад основного матеріалу. Принципова схема цього рішення представлена на рис. 1, а на рис. 2 представлені осцилограми параметрів у зазначених елементах паливної системи [3].

Застосування такого рішення дозволяє не вносити суттєвих змін у конструкцію двигуна або паливної апаратури, забезпечити достатньо високий рівень якості регулювання та безпеку при використанні водню.

Попередні дослідження, які були проведені у лабораторії перспективних енергетичних технологій з використанням вдосконаленого пристрою такого типу показали, що використання зазначеного пристрою є досить ефективним з точки зору раціонального додавання водню до дизельного палива та дозволяє підвищити ККД двигуна та, відповідно,

зменшити витрату нафтового палива шляхом покращення характеристики підводу тепла у ДВЗ, а також сприяє перерозподілу складових теплового балансу в бік зменшення втрат тепла у систему охолодження та з випускними газами.

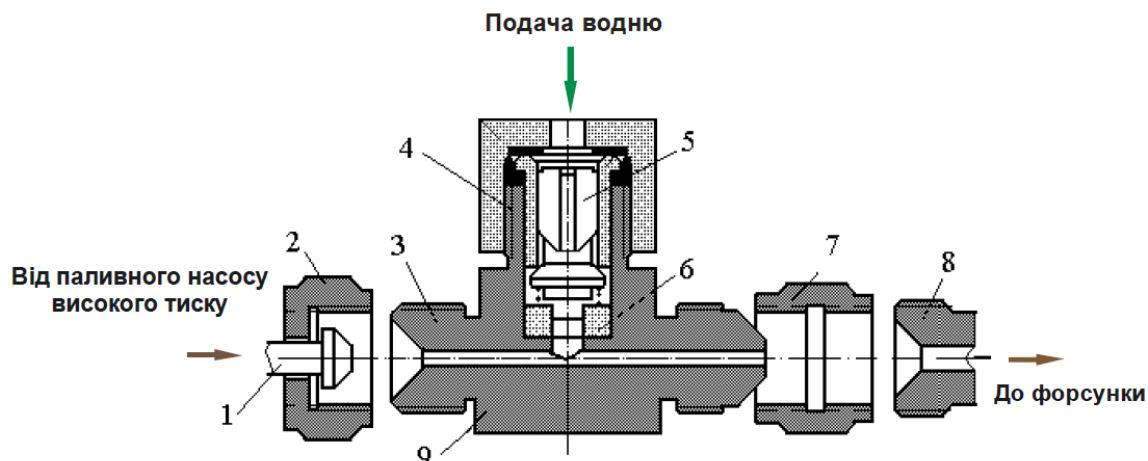


Рисунок 1 – Принципова схема та пристрій подачі малих домішок водню до дизельного ДВЗ [3]

За попередніми оцінками експериментальних даних, зменшення витрати дизельного палива двигуна 8V12/12 (КАМАЗ 740.11-240) складає 0,4...2,8% у залежності від кількості водню (0,1...0,6% по масі) та навантаження ДВЗ (0,25...0,75 N_e). Крім того, були отримані дані щодо покращення екологічних показників двигуна: кількість викидів вуглеводнів ($CmHn$) знизилася на 40...50%, монооксиду вуглецю (CO_2) – на 15...25%. Поряд з цим було встановлено, що викиди оксидів азоту ($NxOy$) збільшилися на 3...7%, що пов'язане з певним підвищенням максимальної температури циклу.

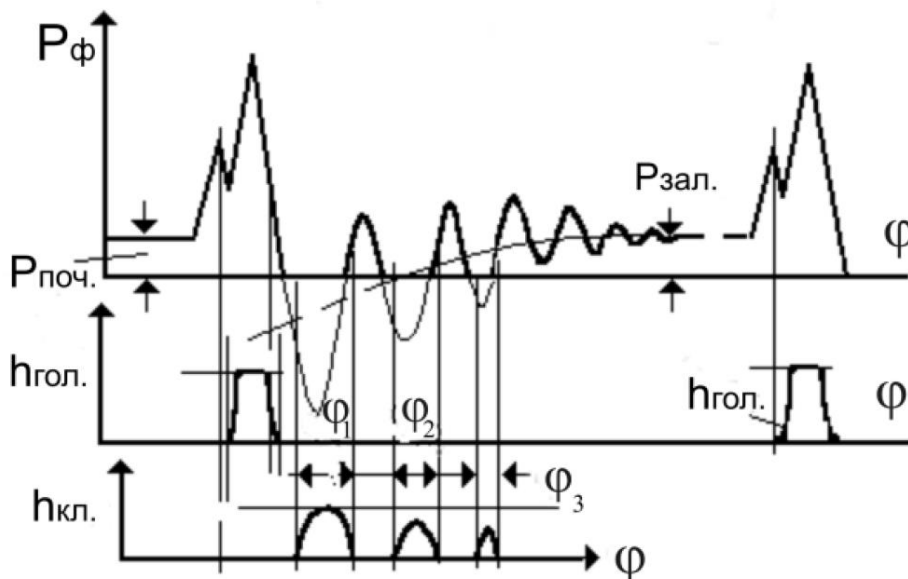


Рисунок 2 – Осцилограми зміни тиску палива біля форсунки (P_f), ходу голки форсунки ($h_{гол.}$) і ходу клапана РНД ($h_{кл.}$) [3]

Потрібна кількості водню на борту транспортного заходу, наприклад для автомобіля КАМАЗ 4308 (ємність паливного баку – 250 л (210 кг) при додаванні 0,5% водню до дизельного палива складає 2,1 кг, що при будь-якому засобі зберігання є цілком припустимим. Так, наприклад, при використанні металогідридного акумулятора з використанням

інтерметаліда $TiFe$ маса пристрою оцінюється у 130...140 кг при об'ємі 20...22 л, а при використанні композитних балонів на основі полімерних матеріалів – 13...17 кг при об'ємі 28...30 л.

Однак, ці дані носять у більшій мірі якісний характер та не можуть бути використані для остаточних висновків та рекомендацій щодо впровадження.

Попередній економічний аналіз ефективності застосування малих домішок водню до дизельного палива дає змогу стверджувати, що вартість додаткового обладнання та водню є досить малими величинами у порівнянні з вартістю двигуна і складає 0,09...1,14%. Додаткові витрати на водень складають приблизно 0,11...0,53 % від вартості витраченого дизельного палива (при використанні технічного водню марки Б або нижчого гатунку). В цьому випадку зменшення витрат на дизельне паливо складає приблизно 4...9%, що обумовлює загальний позитивний економічний та екологічний ефекти.

На шляху впровадження зазначених заходів треба вирішити комплекс завдань, які, насамперед, пов'язані з експериментальним дослідженням робочого процесу дизельного ДВС при використанні малих домішок водню, визначенням раціональних параметрів цього процесу та доцільного обсягу водню, який додається до дизельного палива з метою досягнення максимального ефекту.

Висновки.

1. Використання малих домішок водню у якості каталізатора згоряння дизельного палива, у тому числі й важких сортів, дозволяє знизити витрати палива та знизити навантаження на довколишнє середовище за рахунок зменшення викидів шкідливих речовин.

2. Необхідним є створення адекватних математичних моделей щодо робочого процесу у ДВЗ при використанні малих домішок, що здійснюються зазначеним способом, та математичних моделей процесів, які мають місце у пристрої для подачі водню у паливну магістраль високого тиску.

3. Впровадження зазначеного заходу є економічно доцільним та може бути реалізоване на теперішньому рівні розвитку техніки.

4. Запропоноване технічне рішення може бути застосовано у складі судових дизельних енергетичних установок, які працюють на важких сортах палива. При цьому виробництво водню може бути здійснено на борту судна шляхом електролізу. Використання малих домішок водню представляється особливо доцільним при роботі на часткових та перехідних режимах, заходах судна в порти, вузькості, проливи та в інших районах з підвищеними вимогами щодо екологічних показників енергетичних установок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Gomes Antunes J. M., Mikalsen R., Roskilly A. P. An experimental study of a direct injection compression ignition hydrogen engine // *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 34, Issue 15, August 2009, Pages 6516-6522.
2. Szwaja S., Grab-Rogalinski K. Hydrogen combustion in a compression ignition diesel engine. *Int. J. Hydrogen Energy* (2009), doi: 10.1016/2009.03.020.
3. Шкаликowa В. П., Патрахальцев Н. Н. Применение нетрадиционных топлив в дизелях: Монография. Изд. 2-е, доп. – М.: Изд-во РУДН, 1993. – 64 с.
4. Патрахальцев Н. Н. Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 248 с.
5. Керимов З. Х. Математическое моделирование неустановившихся процессов в двухфазном потоке в системе впрыска топлива дизельного двигателя // *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. – Баку. – 2003. – № 7. – С. 42-47.
6. Керимов З. Х. Математическое моделирование гидродинамических процессов с учетом двухфазной среды в граничных полостях дизельной системы впрыска топлива // *Авиационно-космическая техника и технология*, 2004. – № 8(16). – 63-69 с.

-
7. Патрахальцев Н. Н., Савастенко А. А., Виноградский В. Л. Регулирование начального давления топлива – методы и средства повышения экономичности и эффективности работы дизелей // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 3. – С. 8-19. [Patrahalsev N.N. i dr. Regulirovanie nathalnogo davlenija topliva – metody i sredstva economical effectivity // Automobile promyshlennost. – 2002. – N 3. – S. 8-19.]

Тимошевский Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О.

УЛУЧШЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ВОДОРОДНЫХ ДОБАВОК

В статье предложено техническое решение, которое может быть применено в составе судовых дизельных энергетических установок, работающих на тяжелых сортах топлива. При этом производство водорода может быть осуществлено на борту судна путем электролиза. Использование малых примесей водорода представляется особенно целесообразным при работе на частичных и переходных режимах, мероприятиях судна в порты, узости, проливы и в других районах с повышенными требованиями экологических показателей энергетических установок

В статье представлен один из путей повышения эффективности дизельных двигателей – добавление водорода (0,2...2,0% по массе) к основному дизельного топлива. Предложено добавления водорода к топливопроводу высокого давления между топливным насосом (ТНВД) и форсункой. Благодаря этому достигнуто уменьшение удельного расхода топлива на уровне 0,4 ... 2,8%.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, водород, водородная добавка.*

Tymoshevsky B., Tkach M., Shalapko D.

METHODS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF DIESEL ENGINE USING HYDROGEN ADDICTS

In the article, the proposed technical solution can be used as a part of marine diesel power plants that operate on heavy grades of fuel. In this case, hydrogen production can be carried out on board the vessel by electrolysis. The use of small admixtures of hydrogen seems particularly useful when operating on partial and transient modes, ship activities in ports, bottlenecks, straits and in other areas with increased requirements for the environmental performance of power plants.

One way to improve the efficiency of diesel engines is the addition of hydrogen (0.2 ... 2.0% by weight) to the main diesel fuel. An addict of hydrogen to the fuel line between the high pressure fuel pump (HPFP) and nozzle. This achieved by reducing specific fuel consumption at 0,4 ... 2,8%.

Keywords: *internal combustion engine, hydrogen, hydrogen addict.*

Воробей В.И.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ ВРЕМЕНИ ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ

Разработан и исследован алгоритм обучения обнаружению радиолокационного сигнала при ограниченной длительности входного процесса, позволяющий с помощью прогнозирования изменения управляющего воздействия в ускоренном масштабе времени минимизировать время обнаружения.

Ключевые слова: радиолокация, обнаружение сигнала, обучение.

Постановка проблемы. Обнаружение объекта навигационной радиолокационной станцией (НРЛС) за 9-15 оборотов антенны [1] вполне приемлемо при сравнительно небольших скоростях встречных объектов (до 25 узлов). Проблема состоит в том, что, если относительная скорость достигает 50 узлов и более, то размер строба автосопровождения [2] при времени сходимости алгоритма обучения обнаружению цели, равном 9 оборотам антенны, составит по дальности 3000 м, при 15 оборотах – 6000 м. Такие размеры строба значительно снижают точность вычисления координат объекта. Поэтому целесообразно осуществлять обучение обнаружению в прежних размерах строба по дальности 600 м. Для этого время обучения (время сходимости алгоритма) в помехах большой мощности необходимо уменьшить по сравнению с алгоритмом ускоренной сходимости [1] до одного – двух оборотов антенны.

Анализ исследований, приведенных в [1 - 9], показал, что обнаружение объекта за один оборот антенны ($n=1$) можно произвести, если воспользоваться возможностью анализа информации о сопровождаемых объектах для обнаружения новой цели [3], а именно, в качестве начального значения параметра C (управляющее воздействие) необходимо взять то, которое соответствует объекту, находящемуся на той же дальности и ближайшем пеленге, что и новая цель. Если в поле обзора НРЛС к текущему моменту времени нет автоматически сопровождаемых судов, по которым можно определить начальное значение управляющего воздействия C , то выработка оптимального значения параметра C становится вновь актуальной.

Цель данной статьи – разработка и исследование алгоритма обучения обнаружению радиолокационного сигнала, отраженного от объекта, за минимальное время.

Основной материал. Как показали результаты анализа проведенных исследований, для решения задачи целесообразно применить алгоритм обучения, изложенный в [4]:

$$C_g[n] = U(n, n-1, C_g[n-1]) + \gamma_g[n] \omega_{21} \left(\left(F_1 \left(\vec{Q} \vec{X}[n], U(n, n-1, C_g[n-1]) \right) \right) - 1 \right), \quad (1)$$

если $\vec{S}_g \neq 0$;

$$C_g[n] = U(n, n-1, C_g[n-1]) + \gamma_g[n] \omega_{12} F_1 \left(\vec{Q} \vec{X}[n], U(n, n-1, C_g[n-1]) \right), \quad (2)$$

если $\vec{S}_g = 0$,

а также и метод построения обучающейся системы при ограниченной длительности входного процесса [5]. Если процесс на входе рассматривать как квазистационарный, то с помощью этого метода, применив анализ периодически повторяющихся данных, можно построить обучающуюся систему, работающую по алгоритму (1), (2) и позволяющую определить оптимальное значение управляющего воздействия C за минимальное время. Для этого

необходимо периодически в ускоренном масштабе дискретного времени k , т.е. прогнозируя, повторять процесс, соответствующий отражённому сигналу, уточняя в каждом периоде повторения значение параметра C по алгоритму (1), (2). Дискретность поступающей на вход приёмника НРЛС информации обусловлена интервалами времени, равными периоду вращения антенны. Повторяя периодически внутри интервала в ускоренном масштабе времени k ту информацию, которая пришла к началу данного интервала и уточняя в каждом периоде времени k значение C , после достаточного числа циклов повторения определим значение параметра γ_n в алгоритме (1), (2), близкое к тому, которое вырабатывается алгоритмом, обеспечивающим сходимость к оптимальному значению C при неограниченной длительности входного процесса.

На основании изложенного алгоритм обучения (1), (2) можно представить в форме

$$C_g[k, n] = U(n, n-1, C_g[n, k-1]) + \gamma_g[k] \omega_{21} \left(\left(F_1 \left\{ \vec{Q}[\vec{X}[n, k], U(n, n-1, C_g[n, k-1])] \right\} - 1 \right) \right), \quad (1)$$

если $\vec{S}_g \neq 0$;

$$C_g[k, n] = U(n, n-1, C_g[n, k-1]) + \gamma_g[k] \omega_{12} \left(\left(F_1 \left\{ \vec{Q}[\vec{X}[n, k], U(n, n-1, C_g[n, k-1])] \right\} - 1 \right) \right), \quad (2)$$

если $\vec{S}_g = 0$,

где C_g – управляющее воздействие, изменяющее коэффициент усиления радиолокационного приемника в стробе,

$$U(n, n-1, C_g[n-1]) = C_g[n-1],$$

n – дискретное время ($n=1$, – 1-й оборот антенны, $n=2$, – 2-й оборот, ...),

γ_g – параметр обнаружителя, изменяющийся по заданному закону в зависимости от дискретного времени n и определяющий скорость сходимости алгоритма обучения,

ω_{12} и ω_{21} – стоимости ошибок первого и второго рода,

$$F_1 \left\{ \vec{Q}[\cdot] \right\} = \begin{cases} 1, & \text{если } \vec{X} \in X_1^0 \\ 0, & \text{если } \vec{X} \in X_1^0 \end{cases},$$

\vec{X} – вектор входного сигнала,

X_1^0 – класс, характеризующий образ полезного сигнала,

\vec{S} – вектор полезного сигнала.

Указания учителя поступают от секторного автообнаружителя радиолокационных сигналов, реализующего критерий логического обнаружения с фиксацией границ пачки «3/5 – 2»» [6].

Исследование алгоритма (1), (2) проводилось при $g = 1$ и $\omega_{12} = \omega_{21} = 1$ методом имитационного моделирования процесса на входе усилителя промежуточной частоты радиолокационного приемника НРЛС [7] при релейском законе распределения амплитуд помехи.

Результаты моделирования показали, что алгоритм с прогнозированием дает незначительную ошибку определения за один оборот антенны оптимального управляющего воздействия C^* , равную 0,1 %. Критерий оптимальности (равенство вероятности ошибок первого и второго рода с соответствующими весами (стоимостями) выполняется для обоих алгоритмов (с прогнозированием и без прогнозирования) без существенных отличий. Максимальное приращение вероятности ложной тревоги, которое дает алгоритм с

прогнозированием, равно 0,08 при отношении сигнал/помеха равном 1,4. В результате цель была обнаружена в течение одного оборота антенны (3 сек.).

Выводы. Таким образом, предложенный алгоритм обучения обнаружению радиолокационного сигнала НРЛС при ограниченной длительности входного процесса позволяет с помощью прогнозирования изменения управляющего воздействия в ускоренном масштабе времени уменьшить время обнаружения цели до одного оборота антенны.

В перспективе целесообразно проведение исследований обучающегося алгоритма для более сложных по своей структуре объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробей В. И. Исследование динамики обучающегося обнаружителя радиолокационных сигналов в условиях воздействия различных помех. Водный транспорт. Зб. Наук. праць Київської державної академії водного транспорту. – К.: КДАВТ, 2015. – №1(22). – с. 42-48.
2. Яловенко В. Я. Судовые средства автоматизации предупреждения столкновений судов/ Зурабов Ю. Г., Черняев Р. Н., Якушев Е. В., Яловенко В. Я.// М: Транспорт. – 264 с.
3. А.с. 758915 (СССР). Устройство для предупреждения столкновений судов/ А. А.Кошевой. - Заявл. 27.06.77, № 2499929/18; Опубл. 05.11.80. ДСП.
4. Воробей В. И. Обучающийся обнаружитель радиолокационного сигнала при отсутствии дополнительных указаний учителя. Водный транспорт. Зб. Наук. праць Київської державної академії водного транспорту. – К.: КДАВТ, 2014. – №3(21). – с. 45-50.
5. Цыпкин Я. З. Основы теории обучающихся систем. – М.: Наука, 1970. – 252 с.
6. Кузьмин С. З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации / С. З. Кузьмин – М.: Советское радио, 1974. – 432 с.
7. Воробей В. И. Моделирование процесса на входе приемника радиолокационных сигналов. Водный транспорт. Зб. Наук. праць Київської державної академії водного транспорту. – К.: КДАВТ, 2013. – №3(18). – с. 21-26.
8. Крысилов В. А. Предварительная оценка качества обучающей выборки для нейронных сетей в задачах прогнозирования временных рядов / Крысилов В. А., Тарасенко Р. А. // Тр. Одесского политехн. ун-та. – 2001. – вып. 1. – с. 90-93.
9. Haykin S. Adaptiv Radar Signal Processing/ Simon Haykin. – Johnwiley & Sons Inc. – 2006.

Воробей В.І.

АВТОМАТИЧНЕ ВИЯВЛЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ ЧАСІ ЙОГО ІСНУВАННЯ

Досліджено алгоритм навчання виявленню радіолокаційного сигналу при обмеженій тривалості входного процесу. Алгоритм дозволяє за допомогою прогнозування зміни керуючого впливу в прискореному масштабі часу зменшити час виявлення.

Ключові слова: радіолокація, виявлення сигналу, навчання.

Vorobei V.I.

RADAR SIGNAL AUTOMATIC DETECTION AT A LIMIT TIME OF ITS EXISTENCE

The learning algorithm to detect a radar signal is worked out and investigated at limit duration of entrance process. The algorithm gives an opportunity to reduce a time detection of a target by means of control signal modification in a speed-up time scale factor.

Keywords: radar, detection, learning.

Давыдов В.С., Демичев В.В.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ СУДНО УПРАВЛЕНИЯ-ГЛУБОКОВОДНЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ» ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Предлагается более эффективный, по сравнению с существующими, способ повышения эффективности эксплуатации функциональной системы «специализированное судно управления-глубоководный подводный аппарат» путем использования высокоточных спутниковых и гидроакустических систем позиционирования.

Ключевые слова: эффективность, специализированное судно управления, телеуправляемый подводный аппарат, подводный трубопровод, позиционирование, гидроакустический маяк-ответчик.

Постановка проблемы. Разведка, разработка добыча и транспортировка углеводородного сырья (газа, нефти) на морском континентальном шельфе и в глубоководных районах морей за последние 30 лет приобрела невиданный размах. По состоянию на 2013 г. морская добыча нефти и газа составляла около 30% от мировой, эксплуатировалось около 496 углеводородных проектов на континентальном шельфе [6]. Лидирующее положение по объему добычи занимает Норвегия с объемом в 145 млн. т. в год [6]. Масштабы этих сложных технологических проектов и процессов со временем будут только увеличиваться в связи с истощением запасов на суше и в прибрежном мелководном шельфе. Добыча углеводородного сырья уходит все дальше в море на большие глубины и в арктические моря со сложной ледовой обстановкой. Так, в Мексиканском заливе концерн «Шелл» ведет добычу углеводородов с помощью глубоководной платформы на глубине 2934 м. Сама платформа высотой с Эйфелеву башню заякорена на глубине 2450 м. Только один этот концерн ведет работы на 20 глубоководных проектах по всему миру [2].

Транспортировка углеводородов от подводных скважин на береговые хранилища или танкера производится с помощью подводных трубопроводов длиной в сотни километров. Так, газопровод Nord Stream, проложенный по дну Балтийского моря на глубинах до 210 м, имеет протяженность 1224 км. В целом в мире длина подводных трубопроводов по состоянию на 2013 г. составляет порядка 175 000 км [1].

На всех этапах от разведки месторождений до транспортировки углеводородов по подводным трубопроводам широкое применение находят подводные аппараты различного типа и назначения, число которых в настоящее время измеряется тысячами.

Анализ последних исследований и публикаций. В зависимости от решаемых задач, диапазона глубин и географических характеристик района применяется один из следующих типов самоходных необитаемых подводных аппаратов:

1. Телеуправляемые подводные аппараты (ТПА), имеющие подводные каналы энергообеспечения и связи с судном управления, так называемые кабель-связки;
2. Полуавтоматические подводные аппараты (ПАПА);
3. Автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА).

Эксплуатационные характеристики некоторых типов АНПА, как наиболее распространенных, приведены в Табл. 1 [4].

Эксплуатационные характеристики некоторых типов АНПА

Наименование (страна)	ТТХ					Оборудование			
	Рабочая глубина, м	Масса кг	Автоном- ность, ч	Скорость, узл	Тип управл.	ГАС	ВК	ГАНС	ФК
XP-21 (США)	60	-	28	3-4	П, ИИ	+	-	+	-
Sea Sgirt(США)	60	30	10-12	3	ИИ	+	-	+	-
UUV(США)	1000	68000	-	До10	ИИ	+	-	+	-
ARUS (США)	6000	-	240	5	П, ЭИ	+	+	+	+
LR-000(США)	>250	12600	380	8	П, ЭИ	+	-	+	-
DOLPHIN (Англия)	6000	-	100	3-4	П	+	-	+	+
DOGGIE (Англия)	6000	-	100	3-4	П	+	-	+	+
RTV- RAM (Япония)	30	-	6-8	3	П, ЭИ	+	+	+	+

Обозначения: ВК – видеокамера; ФК – фотокамера; ГАНС – гидроакустическая навигационная система; П – программа; ЭИ – элементы искусственного интеллекта; ИИ – искусственный интеллект

Каждый из ныне существующих типов подводных аппаратов имеет определенные недостатки и ограничения в эксплуатации. Международный опыт применения АНПА при обследовании протяженных подводных трубопроводов и кабелей выявил следующие проблемы при их эксплуатации:

1. Недостаточно высокая автономность за один сеанс погружения по причине ограниченной емкости аккумуляторных батарей;
2. Необходимость обеспечения работ в ограниченных районах с применением ССУ с динамическим позиционированием, что значительно увеличивает стоимость работ;
3. Малые дистанции гидроакустической связи, которые составляют единицы километров. Для устойчивой надежной связи с АНПА специализированное судно управления (ССУ) должно находиться практически над аппаратом в радиусе 200-300м [1];
4. Невозможность уточнения данных обследования за один сеанс погружения по причине того, что АНПА следует по заранее запланированной и установленной в память бортового компьютера траектории и необходима расшифровка данных на борту судна;
5. Невозможность управления АНПА в режиме «on-line» из-за отсутствия у оператора визуальной картины взаимного расположения АНПА и обследуемого объекта;
6. Высокая стоимость АНПА, что обусловлено наличием на его борту большого количества оборудования, обеспечивающего автономность;
7. Более высокая, по сравнению с другими типами подводных аппаратов, вероятность невозврата АНПА.

Достоинством неавтономных ТПА по сравнению с возможностями АНПА, является:

1. Большая продолжительность непрерывной работы в связи с практически неограниченными возможностями в электроэнергии, подаваемой на борт ТПА посредством кабеля;
2. Возможность обследования и проведения уточняющих операций на подводных протяженных объектах с использованием телевизионной и видеосъемки, как наиболее достоверных, за один сеанс погружения в режиме «on-line»;
3. Возможность размещения на борту ТПА большого количества оборудования с более высокими характеристиками по дальности обнаружения подводных объектов и разрешающей способности;
4. Достаточно высокая надежность конструкции ТПА, практически исключая риск невозврата аппарата;

-
-
5. Возможность выполнять работы на больших глубинах, в условиях более сильных течений и волнения моря вследствие применения более мощных средств движения и управления, способных их преодолевать.

К недостаткам ТПА с существующей системой их позиционирования следует отнести полную зависимость ТПА от ССУ по энергообеспечению и связи через кабель-связку, длина которой определяет радиус его действия. А также необходимость развертывания сети подводных гидроакустических маяков для координирования местоположения ТПА [5] при выполнении работ по детальному обследованию подводных объектов или выполнении ремонтных работ.

Анализируя и сравнивая возможности существующих ТПА и АНПА по производительности и себестоимости работ на подводных протяженных трубопроводах, можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительными в этих случаях являются неавтономные ТПА.

Цель работы. Теоретическое обоснование нового подхода к определению местоположения ТПА на траектории движения посредством использования ГАНС, включающей в себя: гидроакустический маяк-ответчик, устанавливаемый на ТПА, и активно-пассивный гидролокатор и судовую систему навигационную подводную (ССНП) на ССУ.

Изложение основного материала исследований. Одной из технически недостаточно решенных задач в использовании ТПА является проблема высокоточного определения его местоположения на траектории движения. В настоящее время она в основном решается путем позиционирования ТПА с помощью гидроакустической навигационной системы (ГАНС) по подводным гидроакустическим маякам (ГАМ), устанавливаемым на дне вокруг обследуемого объекта (ограниченного района), порой числом до 8 единиц [5] или вдоль трассы подводного протяженного трубопровода или кабеля.

В настоящее время место постановки ГАМ и трасс подводных трубопроводов и кабелей координируется, как и местоположение самого ССУ, с высокой точностью с помощью специальных режимов работы глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и (или) GPS. В режиме DGPS среднеквадратическая погрешность координирования не превышает +5 м, в ближайшей перспективе по ГАЛИЛЕО +1 м.

Таким образом, в настоящее время наиболее технологически сложной и дорогостоящей задачей обеспечения подводных работ с учетом риска невозврата маяка-ответчика является постановка и переустановка ГАМ. Следовательно, целесообразным является исключение из этой цепочки обеспечивающих работ донных ГАМ. Наиболее оптимальным решением данной проблемы является использование ГАНС, включающей в себя два основных элемента:

1. Активно-пассивный гидролокатор, расположенный на ССУ;
2. ГАМО, устанавливаемый на ТПА.

На рис.1 представлен возможный вариант упрощенной структурной схемы функциональной системы ССУ-ТПА.

Принцип работы предлагаемой функциональной системы ССУ-ТПА в части практически непрерывного (с дискретностью до десятков секунд) определения местоположения ТПА на траектории движения заключается в следующем. На ССУ с помощью судовой системы навигационной подводной (ССНП) формируется кодированный сигнал посылки, который через активный тракт судового гидролокатора излучается в направлении ТПА. Приемным трактом ГАМО, установленного на ТПА, данный сигнал принимается и декодируется. При совпадении кодов через некоторое время задержки ГАМО переизлучает принятый сигнал. Переизлученный сигнал принимается пассивным трактом судового гидролокатора. По времени прохождения сигнала с учетом фактической скорости звука в воде рассчитывается наклонная дальность до ТПА.

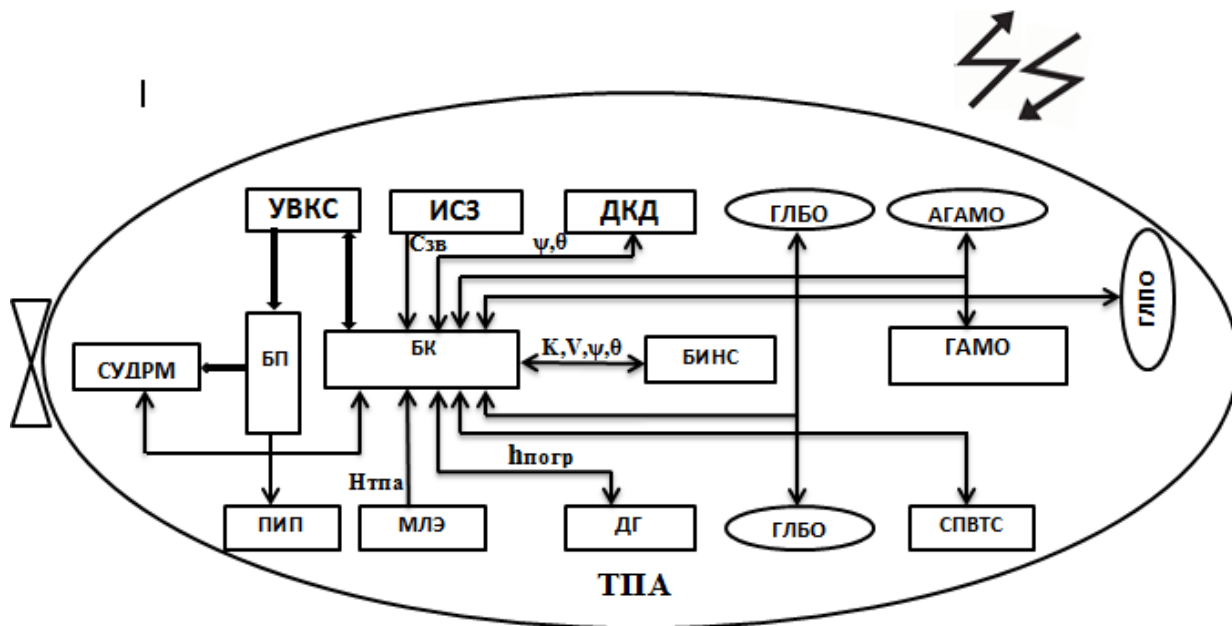
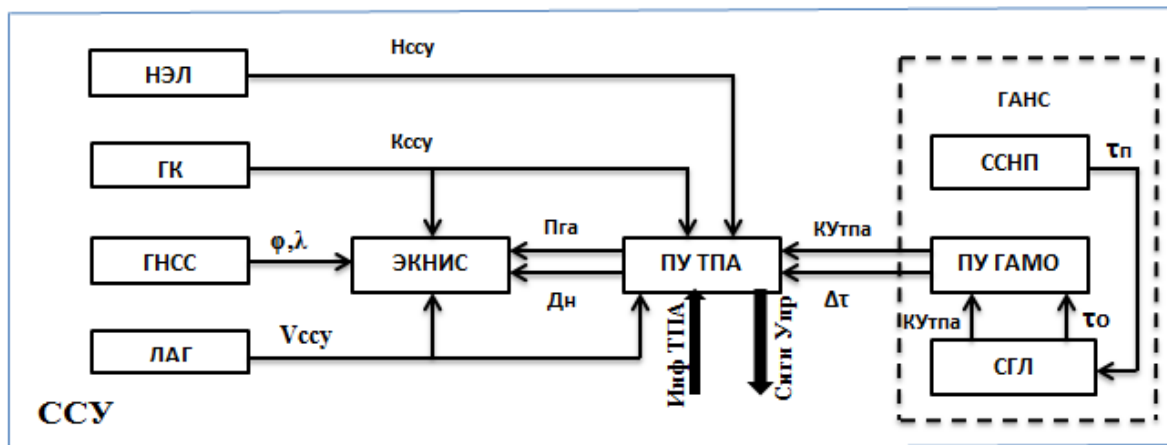


Рисунок 1 – Структурная схема функциональной системы ССУ-ТПА

Обозначения: ЭКНИС – электронно-картографическая навигационно-информационная система; НЭЛ – навигационный эхолот; ГК – гирокомпас; ГНСС – приемник глобальных навигационных спутниковых систем; ЛАГ – измеритель скорости; ПУ ТПА – пульт управления телеуправляемым подводным аппаратом; ССНП – судовая система навигационная подводная; ПУ ГАМО – пульт управления гидроакустическим маяком-ответчиком; СГЛ – судовой гидролокатор.

ГАМО – гидроакустический маяк-ответчик; АГАМО – гидроакустическая антенна ГАМО; ГЛПО – гидролокатор переднего обзора; ГЛБО – гидролокаторы бокового обзора; СПВТС – система подводной видео-, телесъемки; БИНС – бесплатформенная инерциальная навигационная система; БК – бортовой компьютер ТПА; ДКД – датчики крена и дифферента; ДГ – датчик глубины погружения ТПА; МЛЭ – многолучевой эхолот; ИСЗ – измеритель скорости звука в воде; ПИП – подводный импульсный прожектор; СУДРМ – система управления движителями и рулевыми машинами; БП – блок питания; УВКС – устройство ввода кабель-связки

На основании наклонной дальности и глубины погружения ТПА определяется горизонтальная дальность до ТПА (1-я линия положения) по формулам 1-3:

$$D_n = C_{EU} \cdot \Delta\tau \quad (1)$$

$$\Delta\tau = 0,5(\tau_n + \tau_o) - \tau_z \quad (2)$$

$$D_r = \sqrt{D_n^2 - H_{тпа}^2} \quad (3)$$

где: D_n – наклонная дальность между ССУ и ТПА,
 $С_{ЕУ}$ – скорость звука в воде,
 t_z – время задержки сигнала в трактах ГАМО,
 $t_{п}$ – время прохождения сигнала посылки от ССУ до ТПА,
 $t_{о}$ – время прохождения сигнала ответа от ТПА до ССУ,
 $H_{тпа}$ – глубина погружения ТПА,
 H_g – горизонтальная дальность между ССУ и ТПА.

Второй линией положения является гидроакустический пеленг (Пга) на ГАМО ТПА. По этим двум полярным координатам (Пга, Дг) практически в режиме реального времени производится позиционирование ТПА на траектории движения.

При наличии на ССУ в составе электронного комплекса управления ТПА электронной карты (ЭК) ЭКНИС с 3-х мерным изображением обследуемого участка водного пространства возможно управление ТПА в 3-х координатной системе (φ, λ, H). В этом случае на мониторе с ЭК одновременно будут наблюдаться графические символные изображения:

- ССУ, географические координаты которого непрерывно уточняются по ГНСС;
- подводного трубопровода (кабеля), трасса прокладки которого в виде географических координат представлена в ЭКНИС;
- ТПА, для чего полярные координаты (Пга, Дг) переводятся в географические. Третья координата – глубина погружения ТПА ($H_{тпа}$) формируется по разности показаний эхолотов ССУ и ТПА.

Пространственная визуализация этих 3-х объектов в 3-х мерном изображении на крупномасштабной ЭК позволит оператору ТПА осуществлять высокоточное маневрирование ТПА при выводе его в точку начала обследования на дистанцию гидроакустического или визуального контакта с объектом и управлять траекторией его движения над трассой расположения трубопровода или кабеля.

Выводы. На основании проведенных теоретических обобщений и исследований, анализа литературных данных по использованию существующих способов и методов определения местоположения ТПА на траектории движения можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее целесообразным является использование предлагаемого способа позиционирования для ТПА рабочего класса (work ROV) в связи с их высокой энергонасыщенностью.

2. Использование данной функциональной системы даст возможность:

2.1. Производить поиск и обследование на ходу и на стопе ССУ без использования судов с динамическим позиционированием в более широком диапазоне гидрометеорологических и гидрологических факторов;

2.2. Значительно снизить стоимость подводных работ за счет уменьшения необходимости в использовании донных ГАМО; снижения расходов топлива и других судовых ресурсов за счет большей производительности поисковых работ; использования высокоточных средств позиционирования ССУ и ТПА; применения менее дорогостоящих в конструктивном исполнении ТПА по сравнению с АНПА;

2.3. Упростить схему управления ТПА за счет применения 3-х координатной схемы его позиционирования с помощью расширенных возможностей ЭКНИС;

2.4. Значительно расширить диапазон поисковых работ по глубинам от мелководья до обслуживания глубоководных трубопроводов и кабелей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляхов Д.Г. О применении необитаемых подводных аппаратов в морской нефтегазодобывающей отрасли./ Ляхов Д. Г., Смирнов С. В., Чудаков М. И.//

-
- Подводные исследования и робототехника. Институт проблем морских технологий ДВО РАН. Дальневосточный Федеральный университет. ООО «Питер Газ», 2013. – №1(15). – 32 с.
2. Кесслер Б. В. / Шелл Интернешнл Эксплорейшн энд Продакшн ПАРК-1 2288 ГС // Райсвайк, Нидерланды, 2012. – 31 с.
 3. Бочаров Л./ Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития.// Электроника : Наука, Технологии, Бизнес, 2009. – № 7. – 69 с.
 4. Голод О. С. Перспективы и концепции разработки автономных необитаемых аппаратов / Голод О. С., Гончар А. И., Шлычек Л. И. // Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану, 2007. – №4. – 102 с.
 5. Боженков Ю. А./ Использование автономных необитаемых подводных аппаратов для исследования Арктики и Антарктики // Гидрофизика.– СПб.:ИЦ РАН,2011. – т. 4. – №1. – С. 47-68.
 6. World Offshore Oil & Gas Production and Spend Forecast 2009-2013 (Douglas-Westwood and Energyfiles).

Давидов В.С., Демичев В.В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ «СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ СУДНО УПРАВЛІННЯ-ГЛИБОКОВОДНИЙ ПІДВОДНИЙ АПАРАТ» ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОТОЧНИХ СУПУТНИКОВИХ І ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИСТЕМ ПОЗИЦІОНУВАННЯ

Пропонується більш ефективний, порівняно з існуючими, спосіб підвищення ефективності експлуатації функціональної системи «спеціалізоване судно управління-глибоководний підводний апарат» шляхом використання високоточних супутникових і гідроакустичних систем позиціонування.

Ключові слова: ефективність, спеціалізоване судно управління, телекерований підводний апарат, підводний трубопровід, позиціонування, гідроакустичний маяк-відповідач.

Davydov V.S., Demichev V.V.

THE RAISE OF THE EFFICIENCY OF FUNCTIONAL SYSTEM "SPECIALIZED MANAGEMENT SHIP - DEEP UNDERWATER VEHICLE" OPERATIONS BY USE THE HIGH-PRECISION SATELLITE AND SONAR POSITIONING SYSTEMS

It is offered more effective, in comparison with existing, raise method of the efficiency functional systems "specialized management ship - deep underwater vehicle" operation by use of the high-precision satellite and sonar positioning systems.

Keywords: efficiency, specialized management freighter, long-distance submersible, underwater pipeline, positioning, hydroacoustic defendant beacon.

Тихонов І.В., Богомья В.І., Штрибець В.В., Кориунов М.Я.

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПЕРЕВІРКИ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ

У статті обґрунтовано необхідність прогнозування поведінки характеристик суднового обладнання з метою недопущення виходу окремих параметрів за межі експлуатаційних допусків. Це надає можливість розроблення моделі процесу експлуатації суднового обладнання при трансокеанських вантажних перевезеннях.

Також у статті наведені особливості визначення періодичності перевірки суднового обладнання в умовах трансокеанських вантажних перевезень для розроблення моделі процесу експлуатації суднового обладнання при трансокеанських вантажних перевезеннях.

Ключові слова: експлуатація, суднове обладнання, модель функціонування

Завдання щодо забезпечення технічної можливості використання флоту прийнято поділяти на три характерні групи:

забезпечення постійної готовності функціональних комплексів до використання та ефективного їх функціонування;

підтримання працездатності функціональних комплексів;

відновлення працездатності та ресурсу функціональних комплексів.

Вирішення зазначених груп завдань технічної експлуатації суднового обладнання здійснюється на відповідних етапах технічного використання, обслуговування та ремонту. При цьому цільове використання та технічна експлуатація суднового обладнання повинні розглядатися як дві фази одного етапу стадії експлуатації.

У найбільш загальному вигляді процес управління технічним станом суднового обладнання можна подати наступним чином. У якості об'єкта управління виступають технічні засоби судна. Під впливом умов технічного використання змінюється технічний стан обладнання, що фіксується за допомогою контрольованих вихідних показників стану обладнання. Підтримання і відновлення технічного стану обладнання здійснюється шляхом впливу на відповідні режимні та матеріально-структурні параметри обладнання при технічному обслуговуванні та ремонті.

Першим кроком процесу управління слід вважати перевірку технічного стану обладнання, яка здійснюється членами команди та працівниками берегових служб у формі оперативного централізованого контролю параметрів функціонування, періодичного огляду окремих машин та агрегатів, теплотехнічних та динамометричних випробувань, технічного діагностування, дефектації, інспекторських оглядів та освідчень. Оцінка технічного стану обладнання здійснюється з урахуванням діючих нормативних вимог.

При оперативному управлінні технічним станом обладнання прийняття рішення здійснюється з урахуванням вимог щодо заданих критеріїв працездатності обладнання. Оперативні рішення визначають необхідний обсяг технічного обслуговування за станом або ремонту, а також можливі впливи на умови технічного використання суднового обладнання.

Прийняття статистичного рішення здійснюється на основі оцінки параметричної надійності, одержаної у результаті аналізу надійності за вимірами окремих параметрів та оцінки поступових відмов однотипного суднового обладнання. При цьому враховуються вимоги критеріїв параметричної надійності. Статистичні рішення передбачають періодичне виконання певного обсягу регламентного технічного обслуговування та регламентованого ремонту, створення комплектів судових та базових (берегових) ЗІП заданої номенклатури та обсягу, а також заходи щодо покращення умов технічного використання обладнання.

Розглянутий процес управління технічним станом суднового обладнання є замкнутим. Вихідні показники технічного стану обладнання та його елементів залежать від характеру та обсягу виконаних робіт щодо технічного обслуговування та ремонту, покращення умов технічного використання, а останні, у свою чергу, визначаються на основі оцінки технічного стану.

Для правильної організації процесу управління технічним станом суднового обладнання необхідно знати характеристики об'єкта управління, які пов'язують контрольовані вихідні показники технічного стану з умовами технічного використання та враховують матеріально-структурні параметри обладнання. При цьому встановлення основних режимів та схем перевірки технічного стану обладнання є самостійною задачею.

Ефективність технічного обслуговування та перевірки суднового обладнання та загальний рівень його метрологічної надійності залежать від періодичності проведення робіт, обсягу перевірки, глибини регулювання, точності обладнання, яке використовується для перевірки технічного стану, кваліфікації персоналу. Особливістю експлуатації суднового обладнання при трансокеанських перевезеннях є неможливість здійснення кваліфікованого технічного обслуговування (ремонт) протягом тривалого часу та тривала робота обладнання у несприятливих умовах. Тому актуальною є задача визначення такого порядку технічного обслуговування, при якому забезпечується необхідний рівень надійності обладнання при мінімальних витратах. За умови збереження незмінними працевитрат та обладнання для проведення технічного обслуговування обладнання судна, що є характерним для трансокеанських рейсів, задача оптимізації складу технічного обслуговування зводиться до визначення комплексу його характеристик, за якого коефіцієнт готовності до застосування обладнання буде мати максимальне значення.

Періодична перевірка суднового обладнання проводиться через визначені міжповірочні інтервали, які встановлюються виходячи з необхідності забезпечення безвідмовної роботи обладнання у міжповірочний період (під час рейсу). Загальний підхід до визначення міжповірочних інтервалів заснований на урахуванні досягнутого рівня надійності суднового обладнання, інтенсивності його використання, а також значимості точності вимірювань для споживача.

При техніко-експлуатаційному підході, який заснований на встановленні та забезпеченні припустимого значення обраного показника стану обладнання, міжперіодичні інтервали визначаються виходячи з умови

$$P(\tau_{mni}) \geq P(\tau_{mni})_3, \quad (1)$$

де $P(\tau_{mni})$ – значення показника стану суднового обладнання;

$P(\tau_{mni})_3$ – задане значення показника стану обладнання.

У якості показника стану суднового обладнання можна скористатися коефіцієнтом готовності K_2 або ймовірністю відсутності відмови обладнання за час міжповірочного інтервалу $P_m(\tau)$.

У даному випадку під K_2 розуміється ймовірність перебування обладнання у працездатному стані у будь-який момент часу (крім періоду планового технічного обслуговування та планового ремонту). На основі статистичних даних K_2 може бути визначено за виразом:

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^n T_{pi}}{nT_e}, \quad (2)$$

де T_{pi} – сумарний час перебування i -го зразка обладнання у працездатному стані;
 n – кількість зразків обладнання;
 T_e – тривалість експлуатації зразка обладнання (за виключенням простоїв на проведення планових ремонтів та технічного обслуговування).

Працездатність обладнання визначається, як такий його стан, за якого воно може виконувати свої функції з параметрами, які задовольняють умовам технічної документації. При цьому, якщо зразок обладнання припиняє виконувати хоча б одну з покладених на нього функцій через поломку, то можна вести мову про *явну відмову* обладнання. У випадку ж, коли зразок обладнання виконує свої функції, але при цьому один чи декілька контрольованих елементів виходять за межі припустимих значень, то можна говорити про наявність *прихованої відмови*. Тому ймовірність безвідмовної роботи зразка обладнання $P_M(\tau)$ протягом заданого часу у загальному випадку визначається за виразом

$$P_M(\tau) = \exp[-(\lambda_y + \lambda_n)\tau], \quad (3)$$

де $(\lambda_y + \lambda_n)$ – сума інтенсивності явних та неявних відмов зразка обладнання [1].

Тривалість міжперевірочного інтервалу зразка обладнання можна визначити виходячи з необхідності забезпечення заданого значення коефіцієнта готовності $K_{2.3}$: $K_2(\tau_{mni}) \geq K_{2.3}$. При цьому для визначення величини $K_2(\tau_{mni})$ можна скористатися виразом, одержаним у вірззі [2]

$$K_2 = \frac{1 - e^{-\frac{\tau_{mni}}{T_{0M}}}}{\left(1 - e^{-\frac{\tau_{mni}}{T_{0M}}}\right) \left(e^{-\frac{\tau_{mni}}{T_{0M}}} + \frac{\tau_{mni}}{T_{0M}(1-\beta)} \right) + \left(\frac{1 - e^{-\frac{\tau_{mni}}{T_{0M}}}}{1-\beta} \beta + 1 \right) \frac{\tau_n}{T_{0M}} + \dots} \dots$$

$$+ \left(1 - e^{-\frac{\tau_{mni}}{T_{0M}}} + \alpha e^{-\frac{\tau_{mni}}{T_{0M}}} \right) \frac{\tau_v}{T_{0M}}$$

де α, β – умовні ймовірності хибної та невідшуканої відмови обладнання;

$T_{0M} = \frac{1}{\lambda_M}$ – середнє напрацювання на відмову;

τ_n, τ_v – середній час перевірки та відновлення обладнання.

При відомих значеннях параметрів $\tau_n, \tau_v, \alpha, \beta, T_{0M}$ величина τ_{mni} , яка задовольняє умові $K_2(\tau_{mni}) \geq K_{2.3}$ може бути визначена на основі наступного ітераційного алгоритму:

1) обирається деяке початкове значення τ_{mni} і за виразом (4) визначається значення $K_2(\tau_{mni_i})$;

2) значення τ_{mni} збільшується на величину $\Delta\tau = \delta\tau_{mni}$, де δ – коефіцієнт, який визначає крок сканування, і для одержаного τ_{mni+1} визначається $K_2(\tau_{mni+1})$;

3) якщо $K_2(\tau_{mni}) < K_2(\tau_{mni+1})$ або $K_{2.3} < K_2(\tau_{mni}) > K_2(\tau_{mni+1})$, то значення τ_{mni} збільшується з кроком $\Delta\tau = \delta\tau_{mni}$ до такого першого значення $\tau_{mni=j}$, за якого $K_{2.3} > K_2(\tau_{mni=j}) > K_2(\tau_{mni=j+1})$. У цьому випадку $\tau_{mni} = \tau_{mni=j} - \delta\tau_{mni}$;

4) якщо $K_{2.3} > K_2(\tau_{mni}) > K_2(\tau_{mni+1})$, то величина τ_{mni} зменшується з кроком $\Delta\tau = \delta\tau_{mni}$ до такого першого значення $\tau_{mni=l}$, при якому $K_{2.3} \leq K_2(\tau_{mni=l}) > K_2(\tau_{mni=l-1})$. У цьому випадку $\tau_{mni} = \tau_{mni=l}$.

Приклад визначення міжперевірочного інтервалу суднового обладнання для початкових даних: $T_{0m} = 10000$ год, $\tau_n = 15$ год, $\tau_6 = 20$ год, $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,1$ при $K_{2.3} = 0,96$ наведено на рис. 1.

Зазначена методика використовується у випадку, коли коефіцієнт готовності $K_{2.3}$ є відомим. Але така ситуація є характерною лише для основних вузлів та пристроїв судна. Для багатьох зразків суднового обладнання $K_{2.3}$ є невідомим. У цьому випадку для визначення міжперевірочних інтервалів виходять з необхідності забезпечення заданого значення ймовірності відсутності відмов обладнання на основі дослідження статистичних закономірностей експлуатації.

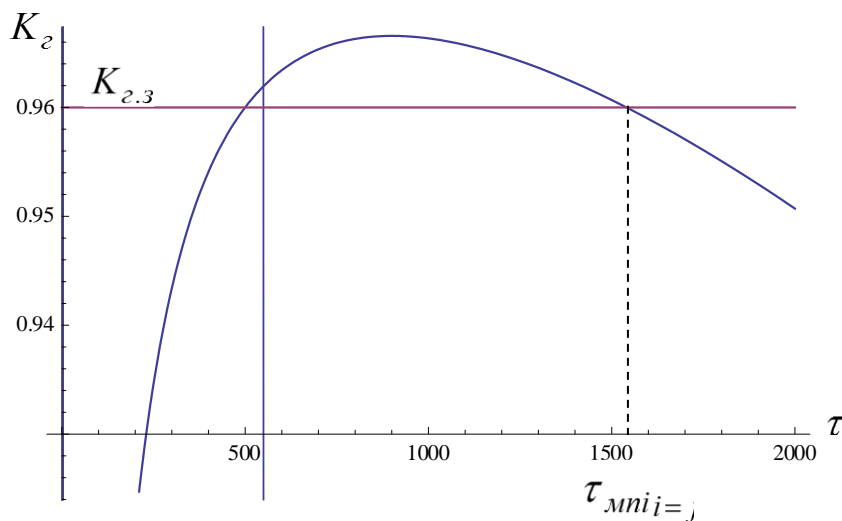


Рисунок 1 – Визначення міжперевірочного інтервалу за заданим коефіцієнтом готовності

Наведена модель є достатньо грубою і вимагає апріорного знання багатьох характеристик обладнання, які, у більшості випадків, є стохастичними. Зазначені характеристики можуть бути отримані з статистичних даних експлуатації певних типів обладнання на основі аналізу результатів контролю працездатності обладнання. Разом з тим контроль працездатності обладнання дає змогу оцінити стан зразка обладнання лише у деякий момент часу $t = t_k$.

В той же час існує необхідність забезпечення ефективної роботи обладнання протягом деякого скінченного проміжку часу θ . Отже, з цієї точки зору, при організації контролю розгляду підлягає не лише теперішній момент $t = t_k$, а і майбутній період $t_k \leq s \leq t_k + \theta$ стану зразка обладнання.

У такому випадку під *придатним до виконання завдання* будемо розуміти зразок суднового обладнання, який є працездатним у момент перевірки (контролю) t_k і не матиме відмов протягом заданого періоду до моменту $t_k + \theta$. При цьому можна ввести простір стану зразка обладнання Ω , у якому виділити підпростір $\Omega_0 \subset \Omega$ – як множину станів придатності до виконання завдання та підпростір $\Omega \setminus \Omega_0$ – як множину станів непридатності. Як показано у [3–5], фактично $\Omega(t_k) \subset \Omega(t_k, \theta)$, що визначає контроль працездатності як окремий випадок *прогнозуючого контролю*. Після визначення області $\Omega(t_k, \theta)$ для конкретизації задачі прогнозуючого контролю стосовно процесу експлуатації суднового обладнання кожній з елементарних подій $\omega \in \Omega(t_k, \theta)$ необхідно поставити у однозначну відповідність деяку кількісну характеристику (ознаку стану об'єкта) $e_\omega(s), t_k \leq s \leq t_k + \theta$, яка являтиме собою реалізацію деякого випадкового процесу зміни стану зразка обладнання у часі. Таким чином моделлю об'єкта буде випадковий процес $E(t)$ на інтервалі $t_k \leq s \leq t_k + \theta$.

Визначивши деяку область допуску E_0 задача організації процесу експлуатації зразка обладнання полягатиме у тому, щоб будь-яка реалізація випадкового процесу $E(t)$ не перетинала межі області допуску E_0 на часовому проміжку $[t_k, t_k + \theta]$ $e_\omega(s) \in E_0, t_k \leq s \leq t_k + \theta$.

У роботі [6] показано, що існує однозначний зв'язок між випадковим процесом $E(t)$ та випадковою функцією $T(e)$, що дозволяє використовувати в моделях прогнозуючого контролю ймовірнісний опис функції $T(e)$ замість початкового випадкового процесу $E(t)$. Таким чином, у задачі щодо визначення періодичності перевірок можна розглядати деяку скалярну випадкову функцію $T_1(e)$, яка визначатиме випадковий час до першого перетину випадковим процесом $E(t)$ довільної поверхні, заданої значенням обмежень вектора e . Принцип визначення часу T для конкретного зразка обладнання ілюструється на прикладі реалізації скалярного процесу $E(t)$ з областю допуску $E_0 = [a, b]$.

Визначивши залишок часу безвідмовної роботи зразка обладнання як $\Delta T = T - t_k$, правило визначення працездатного/непрацездатного станів (5) можна замінити на $\Delta T_\omega > \theta$, чим досягається суттєве спрощення вирішення задачі за рахунок зведення векторної задачі до скалярної.

Висновки. Враховуючи той факт, що при трансокеанських рейсах для значної кількості зразків обладнання міжперевірочні інтервали θ є порівняними з часом експлуатації обладнання у рейсі, а умови експлуатації обладнання у кожному окремому рейсі можуть суттєво відрізнитися, виникає необхідність прогнозування поведінки характеристик суднового обладнання з метою недопущення виходу окремих параметрів за межі експлуатаційних допусків, що надає можливість розроблення моделі процесу експлуатації суднового обладнання при трансокеанських вантажних перевезеннях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Научные основы эксплуатации войсковых средств измерений / Под. ред. А.Г. Фунтикова // – М.: Воениздат, 1988. – 240 с.
2. Сычев Е.И. Оценка влияния измерительного контроля на надежность технических систем / Е.И. Сычев // Надежность и контроль качества. – 1979. – № 10. – С. 12 – 18.

-
3. Кудрицкий В.Д. Прогнозирующий контроль радиоэлектронных устройств/ В.Д. Кудрицкий. – К.: Техніка, 1982. – 168 с.
 4. Атаманюк И.П. Полиномиальный стохастический алгоритм распознавания реализации случайной последовательности на базе аппарата канонических разложений / И.П. Атаманюк // Управляющие системы и механизмы. – 2009. – №5. – С. 37 – 40.
 5. Атаманюк И.П. Информационная технология нелинейной стохастической диагностики технических объектов на основе канонического разложения случайной последовательности / И.П. Атаманюк // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 7 (59). – С. 154 – 158.
 6. Мурасов Р.К. Прогнозування стану складних систем в сучасних системах управління та інтелектуальних інформаційних системах / Р.К. Мурасов, Ю.А. Дзюбенко // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 7.– С. 97 – 101.

Тихонов И.В., Богомья В.И., Штрибец В.В., Коршунов М.Я.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОВЕРКИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТРАНСОКЕАНСКИХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

В статье приведены особенности определения периодичности проверки судового оборудования в условиях трансокеанских грузовых перевозок для разработки модели процесса эксплуатации судового оборудования при трансокеанских грузовых перевозках.

В статье обоснована необходимость прогнозирования поведения характеристик судового оборудования с целью недопущения выхода отдельных параметров за пределы эксплуатационных допусков. Это дает возможность разработки модели процесса эксплуатации судового оборудования при трансокеанских грузовых перевозках.

Ключові слова: эксплуатация, судовое оборудование, модель функционирования

Tykhonov I.V., Bohomia V.I., Shtrybets V.V., Korshunov M.Ya.

DETERMINATION OF PERIODICITY OF VERIFICATION OF SHIP EQUIPMENT IS IN THE CONDITIONS OF TRANSOCEANIC FREIGHT TRANSPORTATIONS

The article substantiates the necessity of forecasting the behavior of the characteristics of ship equipment in order to prevent the output of certain parameters beyond the limits of operating tolerances. This provides the opportunity to develop a model for the operation of ship equipment at transoceanic freight transportation.

In the article the brought features over of determination of periodicity of verification of ship equipment in the conditions of transoceanic freight transportations for development of model of process of exploitation of ship equipment at transoceanic freight transportations.

Keywords: exploitation, ship equipment, model of functioning

Шевченко А.П., Трофіменко А.О., Мазур А.М., Горбань А.В.

СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ

У даній статті наведено, що прийнятий підхід на основі існуючої системи технічного обслуговування і ремонту призводить до значної перевитрати ресурсів, а виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту у встановлені календарні терміни в більшості випадків не забезпечує заданої надійності.

Обґрунтована актуальність розроблення нових методів технічної експлуатації суднових комплексів на основі застосування перспективних систем діагностування технічних комплексів.

Ключові слова: модель, процес експлуатації, технічні комплекси, діагностування.

Вступ. Постановка задачі. Стрімкий розвиток техніки в ХХ ст. істотно підвищив вимоги щодо зменшення ваги і габаритів технічних систем при одночасному збільшенні їх продуктивності і технічних характеристик. У цих умовах проблема забезпечення і підвищення надійності об'єктів стала ще більш гострою [1,2].

Статистика відмов, що є до теперішнього часу основним джерелом інформації для оцінювання надійності об'єкта, всього лише зворотній зв'язок, який свідчить про помилки при проектуванні, створенні і експлуатації судна. Тому на початку 1980-х рр. для розрахунку і прогнозування можливої поведінки технічних систем судна в передбачуваних умовах експлуатації почали впроваджуватися сучасні інформаційні технології (ІТ) (сукупність засобів і способів отримання, передачі і подання інформації про технічний стан об'єкта).

Також відомо [3,4], що у структурі витрат, які знижують прибутковість і підвищують витрати судноходства, витрати, які пов'язані з технічним обслуговуванням та ремонтом складають 20-30%, займаючи друге місце після витрат на паливо. А критична ситуація з фінансуванням, неприпустима низька справність суден висувають в число пріоритетних завдань питання розвитку та удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту.

Метою статті є розроблення перспективної системи технічного діагностування суднових комплексів, як складової системи технічного обслуговування та ремонту.

Аналіз основних шляхів розроблення перспективної системи технічного діагностування. Розвиток методів технічної експлуатації суднового обладнання на базі ІТ вимагає високого рівня формалізації процедур аналізу початкової інформації. Важливо відмітити, що технічне обслуговування і ремонт (ТО і Р) суден призначено забезпечувати справність обладнання, а, отже, його надійність у процесі експлуатації. З цієї точки зору інформаційне забезпечення цього процесу стає визначальним напрямом вдосконалення системи ТО і Р (рис. 1).

Зі схеми рис. 1 очевидні відмічені недоліки існуючої системи отримання інформації про пошкодження обладнання. Очевидна пасивність цієї системи інформаційної підтримки, оскільки вона нездатна у реальному масштабі часу впливати на вдосконалення процесу експлуатації і формування управлінських рішень щодо управління ТО і Р суден.

Особливості перспективної системи технічного діагностування. Перспективна система діагностичного забезпечення суден використовує можливості традиційно вимірюваних параметрів робочого процесу а також фізичні методи та засоби діагностування, які реалізуються в універсальному варіанті системи ТО і Р і дозволяє сформувати

перспективну структуру системи технічного обслуговування суднового обладнання за фактичним станом (рис. 2).

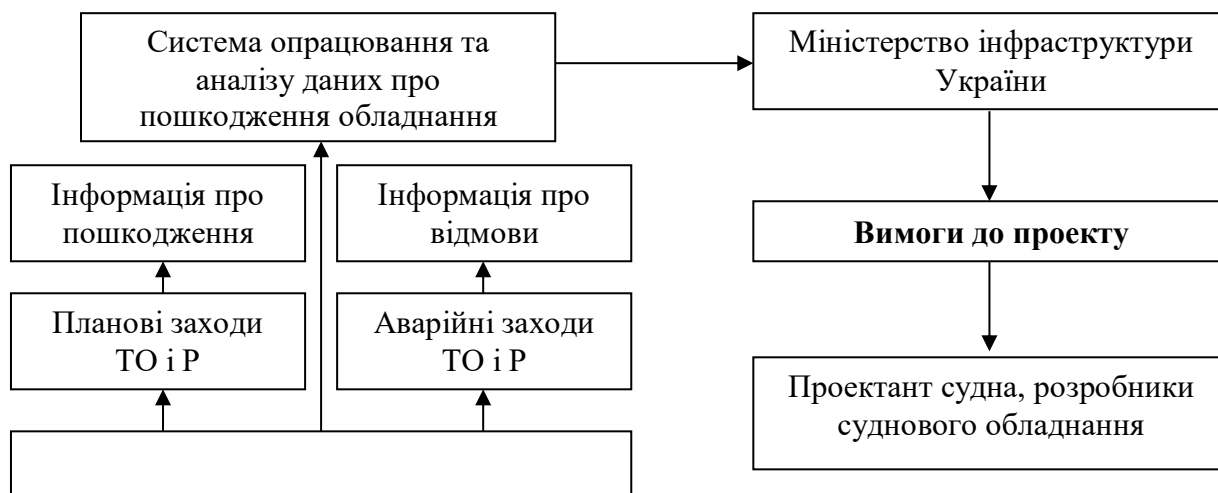


Рисунок 1 – Існуюча організація отримання інформації про пошкодження і відмови

Система включає дві підсистеми: бортову і берегову (базову). Основа першої підсистеми – комплексна система управління судновим обладнанням (КСУ СО) і програмно-апаратний комплекс технічного діагностування (ПАК ТД).

Цей контур забезпечує оцінку правильності функціонування суднового обладнання за прямим призначенням, здійснюючи класифікацію станів за бінарною ознакою і вирішуючи задачу пошуку причин порушення працездатності зразка суднового обладнання. За результатами цієї оцінки виробляються рекомендації або керуючі впливи на зміну режимів роботи суднового обладнання, зокрема відключення окремих його елементів (рис.3).

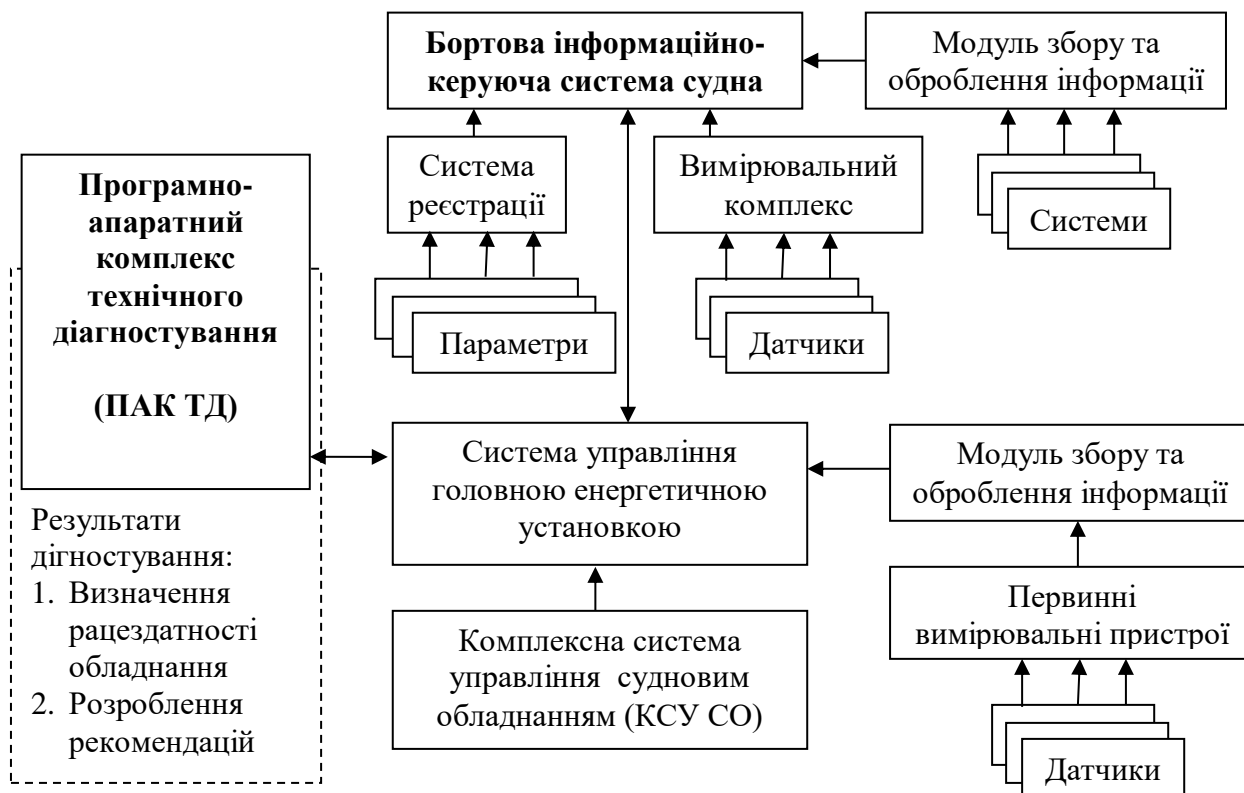


Рисунок 2 – Комплексна система діагностики суднового обладнання

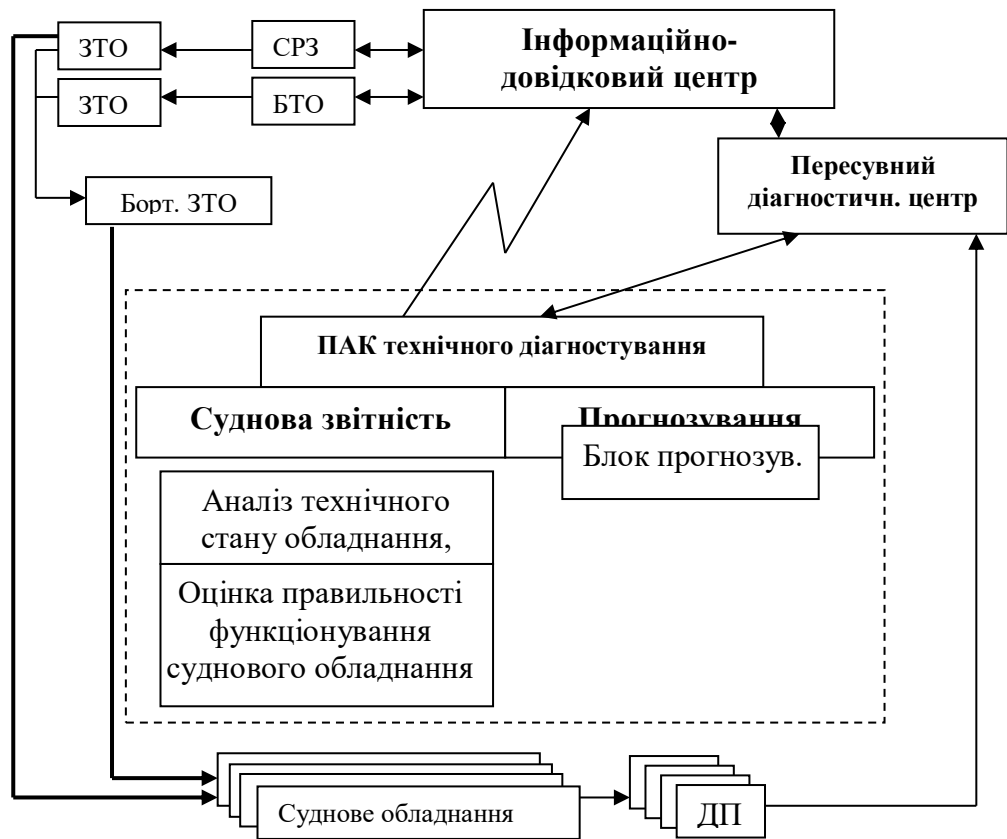


Рисунок 3 – Система управління обслуговуванням суднового обладнання

Можливі два режими обробки даних: якщо діагностування проводиться під час рейсу, ці дані переписуються в пам'ять ПАК ТД, де використовуються для формування трьох (мінімум) баз даних. Перша база даних бере участь у формуванні суднової звітності і аварійних повідомлень. Друга база даних є статистичною вибіркою фактичних технічних станів обладнання для реалізації програм прогнозування, що вводяться із зовнішнього машинного носія, і складання плану бортового обслуговування обладнання за фактичним станом. Третя база даних призначена для використання у береговій автоматизованій системі. Остання реалізує систему технічного обслуговування за фактичним станом шляхом видачі заявок на берегові підрозділи технічного обслуговування (БПО) або судноремонтний завод (СРЗ); якщо діагностування проводиться в базі засобами пересувного діагностичного комплексу (ПДК), заявки передаються безпосередньо службою ПДК (рис. 4).

Таким чином, сучасні інформаційні технології, що реалізуються ПАК ТД і переносною діагностичною апаратурою, створюють необхідні умови для вдосконалення технічного обслуговування та ремонту суден.

У [5,6] було доведено, а у [7,8] перевірено шляхом моделювання ефективність застосування методу канонічного розкладання випадкових процесів, який дозволяє визначати індивідуальну поведінку параметру стану зразка суднового обладнання.

Ефективність діагностичних програм зростає на декілька порядків, коли при тому ж змісті контрольних операцій вирішується завдання прогнозування зміни технічного стану обладнання в майбутні моменти часу.

Фізична картина зміни технічного стану суднового обладнання характеризується тим, що у ньому протікають необоротні процеси зношування і порушення структурної стійкості в конструкційному матеріалі деталей і вузлів. Кількісні зміни цих процесів на певному етапі неминуче переводять устаткування спочатку в зону несправних, а потім і неприцездатних станів. Точне визначення часу настання цього моменту є головним завданням прогнозування, вирішення якого дозволяє не тільки попередити можливі відмови, але і забезпечити технічні умови переведення флоту на експлуатацію за фактичним технічним станом.

Світова тенденція щодо удосконалення експлуатації технічних засобів базується на переведенні процедур обслуговування і ремонту суднового обладнання за фактичним технічним станом. За даними [7–9] ця прогресивна технологія дозволяє знизити експлуатаційні витрати на 30...40 %, зокрема, витрату палива на 4...5 %.

Економічний ефект експлуатації судна базується на різниці між коштами, одержаними за виконану роботу у період експлуатації судна та витратами, які йдуть на підтримання судна (обладнання) у експлуатаційному стані.

Висновки. Досвід експлуатації суден судноплавних компаній свідчить, що прийнятий підхід на основі планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту призводить до значної перевитрати матеріальних і грошових ресурсів. Крім того, виконання заздалегідь призначених обсягів робіт з технічного обслуговування і ремонту у встановлені календарні терміни в більшості випадків не забезпечує заданої надійності і призводить до зростання післяремонтних відмов.

Ефективність діагностичної програми збільшується, коли при тому ж змісті контрольних операцій вирішується завдання прогнозування зміни технічного стану обладнання в майбутні моменти часу. Програма прогнозування є основою реалізації системи технічного обслуговування судна за фактичним станом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 р. № 1307 “Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року” // Офіційний Вісник України. Офіційний веб-сайт Кабінету Міністрів України. 9 грудня 2009 р. № 94. Режим доступу: www.kmu.gov.ua.
2. Указ Президента України. 20 травня 2008 року, № 463/2008. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 травня 2008 року “Про заходи щодо забезпечення розвитку України як морської держави” // Урядовий кур’єр. – 2008, 27 травня. Режим доступу: www.ukurier.gov.ua
3. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України “Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року” / Міністерство транспорту та зв’язку України. Офіційний веб-сайт. 10 грудня 2009 року. // Режим доступу: www.kmu.gov.ua.
4. 3. Данік О.В. Процедура обґрунтування організації процесу відновлення суднових комплексів в умовах експлуатації / О.В. Данік // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2017. – № 1 (54). – С. 113 – 116.
5. 4. Данік О.В. Спосіб контролю рівня надійності суднових комплексів при нестабільних умовах спостережень / О.В. Данік// Наукові записки українського науково-дослідного інституту зв’язку. – 2017. – № 1 (45). – С. 104 – 108.
6. 5. Коломієць О.М. Оцінювання впливу застосування інтелектуальної системи експлуатації судна на вирішення завдань безпеки / О.М. Коломієць, О.В. Данік // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2017. – № 2 (105). – С. 75 – 78.
7. 6. Дакі О. А. Верифікація технології експертного визначення уступки між вартістю та ефективністю системи навігації та управління рухом / О. А. Дакі, О. В. Данік, О. М. Коломієць, А. В. Горбань // Новітні технології. – 2018. – № 1 (5). – С. 29 – 42.
8. 7. Трофименко І.В. Модель прогнозування показника надійності суднових агрегатів / І.В. Трофименко, О.В. Данік, Ю.Є. Шапран // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – №. 3(51). – С.78–83.
9. Трофименко І.В., Шевченко А.П., Мазур А.М. Підвищення точності вимірювань в суднових радіолокаційних системах з врахуванням тропосферного впливу в умовах неоднорідності морського середовища. *Новітні технології*. 2018. – Випуск 2(6). – С.61-68. DOI: 10.31180/2524-0102/2018.2.06.08.

Shevchenko A.P., Trofimenko A.O., Mazur A.M., Gorban A.V.

SYSTEMS DIAGNOSTICS OF MARINE TECHNICAL COMPLEX

This article shows that the approach adopted on the basis of the existing system of maintenance and repair leads to significant over-utilization of resources, and the performance of maintenance and repair work in the established calendar terms in most cases does not provide the desired reliability.

The urgency of development of new methods of technical operation of ship complexes on the basis of application of promising systems of diagnostics of technical complexes is substantiated.

Key words: *model, operation process, technical complexes, diagnostics.*

Шевченко А.П., Трофименко А.О., Мазур А.М., Горбань А.В.

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данной статье приведены, что принятый подход на основе существующей системы технического обслуживания и ремонта приводит к значительному перерасходу ресурсов, а выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту в установленные календарные сроки в большинстве случаев не обеспечивает заданной надежности.

Обоснована актуальность разработки новых методов технической эксплуатации судовых комплексов на основе применения перспективных систем диагностирования технических комплексов.

Ключевые слова: *модель, процесс эксплуатации, технические комплексы, диагностирование.*

Тараненко С.В., Мельник О.В., Чередник В.М., Пастух О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ДЕМОНТОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ

У даній статті розглянути питання актуальності розроблення нових методів технічної експлуатації суднових комплексів на основі застосування сучасних автоматизованих процедур визначення періодичності діагностування та контролю демонтованого обладнання.

Ключові слова: модель, процес експлуатації, суднові комплекси.

Вступ. Стрімкий розвиток техніки в ХХ ст. істотно підвищив вимоги щодо зменшення ваги і габаритів технічних систем при одночасному збільшенні їх продуктивності і технічних характеристик. У цих умовах проблема забезпечення і підвищення надійності об'єктів стала ще більш гострою.

Статистика відмов, що є до теперішнього часу основним джерелом інформації для оцінювання надійності об'єкта, всього лише зворотній зв'язок, який свідчить про помилки при проектуванні, створенні і експлуатації судна. Тому на початку 1980-х рр. для розрахунку і прогнозування можливої поведінки технічних систем судна в передбачуваних умовах експлуатації почали впроваджуватися сучасні інформаційні технології (ІТ) (автоматизованих систем контролю).

Метою статті є дослідження впливу автоматизованих систем контролю демонтованого обладнання на ефективність процесу технічного обслуговування і ремонту.

Аналіз основних шляхів розроблення перспективної системи технічного діагностування. Для дослідження впливу автоматизованих систем контролю демонтованого обладнання на ефективність процесу технічного обслуговування і ремонту, було проведено комплекс розрахункових досліджень на основі синтезованого методу [1], за визначеними в [2–4] вихідними даними.

При проведенні розрахунків приймалися наступні припущення щодо технічних характеристик автоматизованих систем контролю та діагностики автоматизованої системи контролю демонтованого обладнання (АСК₂) імовірність виявлення відмови під час проведення регламентних робіт та при перевірці блоків з підозрою на відмову $P = 0,99999$; імовірність надання засобом контролю „хибної” інформації про відмову $q = 0$; повнота контролю $\eta = 0,95$; час пошуку несправності – 2 години.

Залежності показників ефективності процесу технічного обслуговування і ремонту від обраного варіанту організації процесу відновлення суднових комплексів для випадку застосування АСК₂ у графічному вигляді приведено на рис. 1 – 3 [1, 3, 5].

Порівняння отриманих результатів з результатами дослідження впливу організації процесу відновлення бортового обладнання за різними варіантами на ефективність процесу технічного обслуговування і ремонту доводять, що [6]:

1. Застосування АСК₂ надає можливість отримати, в порівнянні з існуючим варіантом організації процесу відновлення, в залежності від варіанту організації системи відновлення бортового обладнання судна (табл. 1), економію коштів у межах: 10 ÷ 70% для ТСРМ та ТСРФ; 10 ÷ 40% для ТСБО.

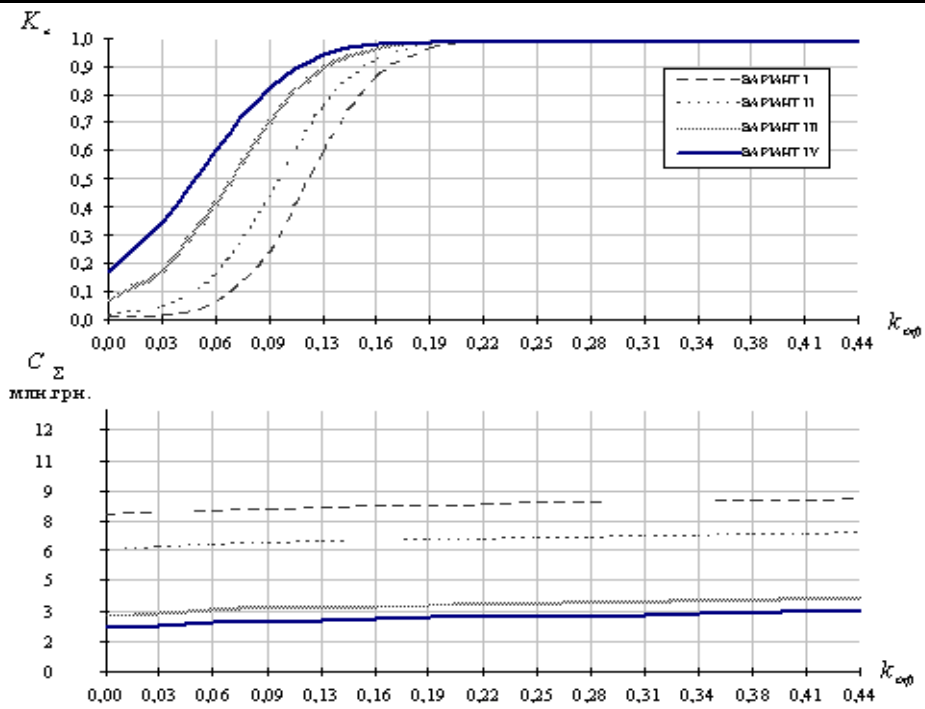


Рисунок 1 – Залежність показників ефективності процесу технічного обслуговування і ремонту суден у випадку застосування АСК₂ ($Q_{ei} = Q_{ei_{max}}$, $k = 0,3$)

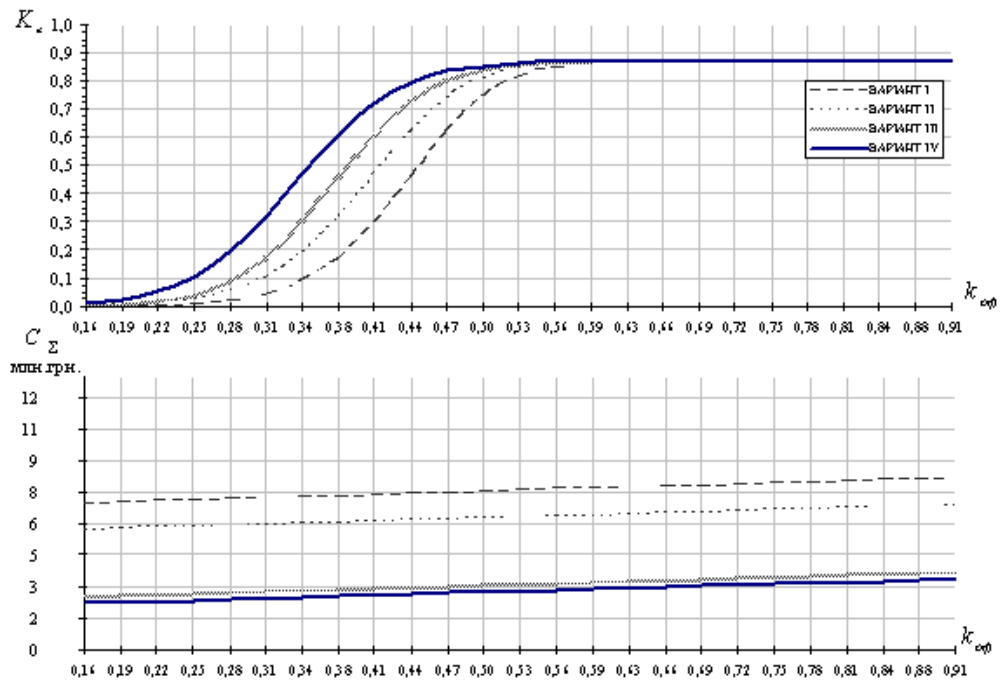


Рисунок 2 – Залежність показників ефективності процесу технічного обслуговування і ремонту суден флоту ріка-море у випадку застосування АСК₂ ($Q_{ei} = Q_{ei_{max}}$, $k = 0,3$)

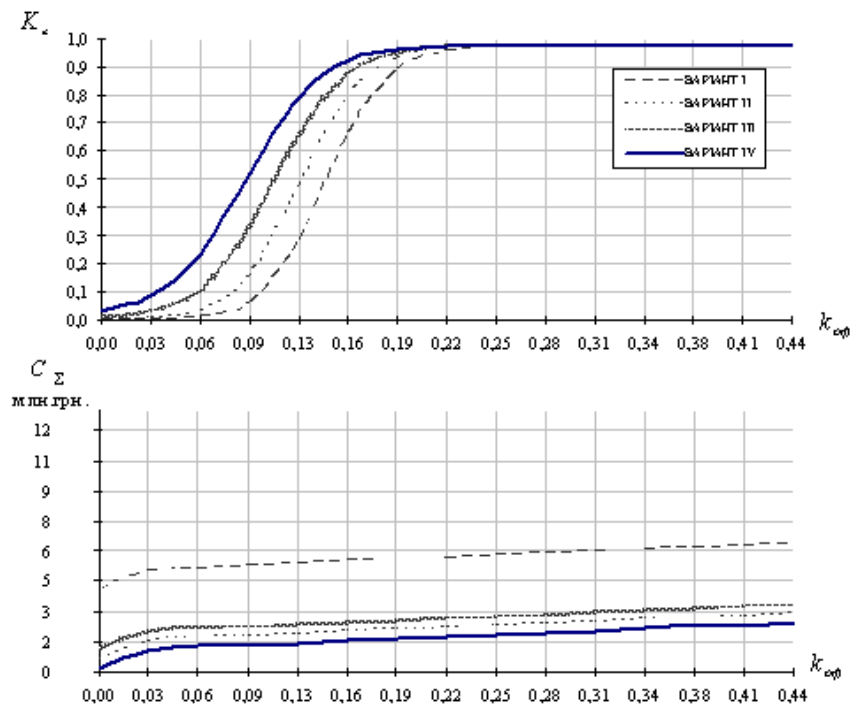


Рисунок 3 – Залежність показників ефективності процесу ТО і Р суден буксировочного і обслуговуючого флоту від коефіцієнту обмінного фонду за групами варіантів організації системи відновлення у випадку застосування АСК₂ ($Q_{ei} = Q_{ei\max}$, $k = 0,3$)

2. Організація системи відновлення бортового обладнання за будь-яким з визначених варіантів, за умови застосування АСК₂, дозволяє досягти заданого рівня справності суден при зменшенні потрібної кількості запасних блоків та агрегатів майже на 40%;

3. В порівнянні з існуючим варіантом організації системи відновлення (табл. 1, варіант II), організація системи відновлення за четвертим варіантом з використанням АСК₂ (див. Табл. 1, варіант IV) дає сумарну економію, за всіма типами ПСА, в 14 млн. 82 тис. 288 грн., що складає 68% за рахунок виключення “хибних” відмов, зменшення витрат на забезпечення потрібної кількості запасних блоків та агрегатів, забезпечення максимально можливої повноти відновлення.

При підрахунку сумарних витрат на відновлення бортового обладнання за одиницю прийняті витрати на відновлення демонтованого обладнання на судноремонтних заводах з використанням штатних засобів експлуатаційного контролю (Варіант II, табл. 1).

Для оцінювання впливу технічних характеристик АСК₂ на показники ефективності процесу технічного обслуговування і ремонту, були проведені розрахунки показників ефективності при існуючій організації системи відновлення для випадків застосування штатних засобів контролю та АСК₂, при припущенні про відсутність „хибних” відмов у загальному потоці відмов [6–8].

Висновки. Дослідження показали, що застосування автоматизованих систем контролю зменшує коефіцієнт готовності судна на 3,2% за рахунок збільшення виявлених відмов (штатними засобами – 443 відмови, з застосуванням АСК₂ – 456 відмов), але призводить до зменшення вартості відновлення бортового обладнання за рахунок виключення помилок (зайвих замін) особового складу ремонтного органу.

Результати проведених автором досліджень залежності значень показників ефективності процесу технічної експлуатації від обраного варіанту організації системи відновлення доводять, що:

відновлення частини судових комплексів ТСРМ та ТСРФ в умовах експлуатації дає відповідно до 20% та 35% економії коштів в порівнянні з традиційною орієнтацією на відновлення об'єктів СК переважно в системі судноремонтних заводів.

Сумарні витрати системи відновлення об'єктів судових комплексів на досягнення заданого рівня коефіцієнту готовності ($K_g = 0,8$) при різних варіантах організації процесу відновлення за умови застосування АСК₂

Тип судна	Варіант	Відносна повнота відновлення	Коефіцієнт обмінного фонду	Сумарна вартість відновлення (грн.)	Відносна вартість	ΔC_{Σ} (грн.)	
ТСРФ річковий флот	I	-	0,15	8 127 304	0,90	887 040	
	II	-	0,13	6 403 488	0,71	2 610 855	
	III	1	0,11	3 121 081	0,35	5 893 263	
		0,8	0,12	4 040 726	0,45	4 973 617	
		0,6	0,13	5 019 436	0,56	3 994 907	
	IV	1	0,09	2 467 676	0,27	6 546 668	
		0,8	0,11	3 200 592	0,36	5 813 752	
		0,6	0,12	3 968 505	0,44	5 045 839	
	ТСРМ річка-море	I	-	0,5	7 521 437	0,85	1 357 088
		II	-	0,50	6 205 924	0,70	2 672 601
III		1	0,5	2 962 301	0,33	5 916 224	
		0,8	0,5	3 889 718	0,44	4 988 807	
		0,6	0,50	4 800 214	0,54	4 078 311	
IV		1	0,4	2 627 108	0,30	6 251 417	
		0,8	0,5	3 355 782	0,38	5 522 743	
		0,6	0,5	4 072 605	0,46	4 805 920	
ТСБО буксиров. Обслуговуючий флот		I	-	0,2	5 593 113	2,05	-2 860 103
		II	-	0,16	2 006 913	0,73	726 097
	III	1	0,2	2 419 687	0,89	313 323	
		0,8	0,2	3 081 551	1,13	-348 541	
		0,6	0,16	3 717 434	1,36	-984 424	
	IV	1	0,1	1 448 806	0,53	1 284 204	
		0,8	0,1	1 590 571	0,58	1 142 439	
		0,6	0,2	1 701 431	0,62	1 031 579	

Для ТСБО виграш в 17–30% (в залежності від повноти відновлення бортового обладнання у експлуатанта) отримується тільки за умови організації процесу відновлення бортового обладнання за варіантом, при якому повнота відновлення бортового обладнання в умовах експлуатанта буде не менше ніж 40%;

за умови організації процесу відновлення бортового обладнання визначених типів судна за варіантом, при якому відновлення виробів СК відбувається переважно в умовах експлуатуючих організацій (як виняток, на судноремонтних заводах), сумарна економія коштів за шість років експлуатації складає від 7 млн 40 тис. 816 грн до 11 млн 568 тис. 644 грн в залежності від повноти відновлення бортового обладнання в експлуатуючих організаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стадник О.І. Визначення принципів побудови адаптивної комплексної системи управління засобами водного транспорту// Водний транспорт. – К.:КДАВТ, 2013. – Вип.2(17).–С.237–239.

-
2. Волков Л.И. Управление эксплуатацией корабельных комплексов – М.: Высшая школа, 1981 – 368 с.
 3. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.
 4. Навігаційне забезпечення управління рухом суден (навчальний посібник)/ [Богом'я В.І., Давидов В.С., Доронін В.В., Пашков Д.П., Тихонов І.В.].–Вид.1-е.– К.:ДВВП «Компас», 2012 – 336 с.
 5. Каштанов В.А. Оптимальные задачи технического обслуживания. – М.: Знание, 1981. – 122 с.
 6. Стадник О.І. Прогнозування безвідмовності обладнання засобів водного транспорту методами статистичного аналізу часових рядів / В.В. Іванович, О.І. Стадник // Водний транспорт. – К.: КДАВТ, 2013. – Вип. 2 (17). – С. 218–223.
 7. Стадник О.І. Оцінка і прогнозування параметра потоку відмов агрегатів системи автоматичного управління СЕУи/ О.І. Стадник, В.В.Іванович// Збірник наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова, 2013. – Вип. 65.– С. 111–116.
 8. Стадник А.И. Выбор метода многокритериальной оптимизации для управления водным транспортным средством/ В.Ф. Лавриненко, А.И. Стадник// Водний транспорт. – К.: КДАВТ, 2014. – Вип.3(21). – С. 11–15.

Taranenko S.V, Melnyk O.V., Cherednik V.M., Pastuk O.V.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF CONTROL SYSTEMS DISMANTLED EQUIPMENT ON THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE AND REPAIR

This article questions the relevance of the development of new methods of technical operation of ship systems based on the use of modern automated procedures for determining the frequency of the diagnosis and monitoring of dismantled equipment.

Key words: optimum model, ship's complex.

Тараненко С.В., Мельник О.В., Чередник В.М., Пастух О.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДЕМОНТИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

В данной статье рассмотрены вопросы актуальности разработки новых методов технической эксплуатации судовых комплексов на основе применения современных автоматизированных процедур определения периодичности диагностики и контроля демонтированного оборудования.

Ключевые слова: модель, процесс эксплуатации, судовые комплексы.

Макаров О.М., Степух В.А., Марченко В.М., Дубинець О.І.

АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ

До пріоритетних задач науково-технічного характеру, вирішення яких створює умови до удосконалення процесу експлуатації обладнання, відносяться: впровадження сучасних апаратних засобів, методів та програмно-алгоритмічного забезпечення параметричного контролю і діагностування обладнання, засобів та відпрацьованих технологій застосування методів неруйнівного контролю елементів (агрегатів), у яких в процесі експлуатації виникають відмови.

У статті наведено підхід, який дозволяє здійснити якісну оцінку рівня надійності по відношенню до попередніх періодів експлуатації. При цьому, не враховується вплив на статистичну оцінку показника інтенсивності експлуатації. Статистичні дані про відмови та несправності отримуються при нестабільних умовах спостережень, що значно впливає на точність та достовірність оцінки.

Ключові слова: експлуатація, діагностування, контроль параметрів, метод, аналітичне забезпечення

Серед важливих задач у напрямку удосконалення експлуатації за технічним станом є удосконалення системи збору, обробки та аналізу інформації про технічний стан та надійність суден.

Своєчасне виявлення моментів виникнення деградаційних процесів, що визначають терміни переходу у граничний стан та є індивідуальними для кожного типу виробів, є основною метою контролю рівня надійності техніки на даному етапі її експлуатації. Тому, метою даної статті є наведення особливостей аналітичного забезпечення експлуатації суден у сучасних умовах.

Для оцінки надійності технічних виробів використовуються встановлені стандартами показники, що приведені у табл. 1.

З таблиці 1 видно, що одиничні показники надійності (наприклад, ремонтпридатність) характеризують тільки одну із властивостей технічного об'єкту, в той час як комплексні показники характеризують декілька властивостей, і в подальшому будуть використовуватися у якості основних для оцінки ефективності таких складних об'єктів, як судно та його функціональних систем. До цих показників відносяться коефіцієнт готовності, коефіцієнт оперативної готовності та коефіцієнт технічного використання, коефіцієнт збереження ефективності [1].

Коефіцієнт готовності $K_r(t)$ прийнято визначати як імовірність того, що об'єкт буде в працездатному стані в будь-який момент часу, крім запланованих періодів, впродовж яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається [2]. Залежність $K_r(t)$ від часу часто називають нестационарним коефіцієнтом готовності (функцією готовності). Отримати вираз для нестационарного коефіцієнта готовності в аналітичному вигляді досить складно і в загальному випадку він має вигляд [2]

$$K_r(t) = P(t) + \int_0^t P(t-\tau) \cdot \omega_b(\tau) \cdot dt, \quad (1)$$

де $\omega_b(\tau)$ – параметр потоку відновлень.

Основні показники надійності

Властивість	Показник	Позначення
Одиничні		
Безвідмовність	Імовірність безвідмовної роботи	$P(t)$
	Інтенсивність відмов	$\lambda(t)$
	Параметр потоку відмов	$z(t)$
	Середній наробіток до відмови	T_1
	Середній наробіток на відмову	T_0
Довговічність	Середній ресурс	T_n
	Експлуатаційний ресурс (середній строк служби)	T_e
	Гамма-відсотковий строк служби	$T_{\gamma\%}$
Ремонтопридатність	Імовірність відновлення	P_B
	Інтенсивність відновлення	$\mu(t)$
	Середня тривалість відновлення	T_B
Збережуваність	Середній термін збережуваності	T_3

Властивість	Показник	Позначення
Збережуваність	Гамма-відсотковий термін збережуваності	$T_{\gamma\%}$
Комплексні		
Безвідмовність та ремонтпридатність	Коефіцієнт готовності	K_Γ
	Коефіцієнт оперативної готовності	$K_{ог}$
	Коефіцієнт технічного використання	$K_{ТВ}$

Поряд з цим, для будь-яких законів розподілу наробітку між відмовами та часу відновлення можна довести, що стаціонарний коефіцієнт готовності має вигляд

$$K_\Gamma = \frac{M(T_0)}{M(T_0) + M(T_B)}, \quad (2)$$

де $M(T_0)$ – математичне очікування часу знаходження ЛА у справному стані;

$M(T_B)$ – математичне очікування часу відновлення ЛА.

Поряд з $K_\Gamma(t)$ ДСТУ вводять коефіцієнт оперативної готовності $K_\Gamma(t, t + \tau)$ як імовірність того, що об'єкт буде знаходитися у працездатному стані в довільний проміжок часу, крім запланованих періодів, впродовж яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається, та починаючи з цього моменту буде працювати безвідмовно упродовж заданого інтервалу часу τ

$$K_\Gamma(t, t + \tau) = P(t + \tau) + \int_0^t P(t + \tau - x) \cdot \omega_B(x) dx. \quad (3)$$

Для дослідження впливу впроваджених методів та режимів технічного обслуговування і ремонту на ефективність процесу технічної експлуатації застосовують ще один комплексний показник надійності – коефіцієнт технічного використання $K_{\text{ТВ}}$, який дорівнює відношенню математичного очікування (МО) часу перебування об'єкта у працездатному стані за деякий період експлуатації $M(T_0)$ до суми МО часу перебування об'єкта в працездатному стані та сумарного часу простоїв на всіх видах профілактичних та ремонтних робіт

$$K_{\text{ТВ}} = \frac{M(T_0)}{M(T_0) + M(T_{\text{пр}})}, \quad (4)$$

де $M(T_{\text{пр}})$ – сума математичних очікувань часу простою об'єкта на періодичних, регламентних, сезонних роботах, під час проведення доробок, ремонтів, усунення несправностей тощо.

На практиці у процесі експлуатації військової АТ для оцінки безвідмовності використовуються, як правило, показники інтенсивності відмов, параметру потоку відмов, середній наробіток до відмови, середній наробіток на відмову.

У науково-технічній літературі [3-5] загальноприйнятим вважається підхід до оцінювання показників надійності технічних виробів (інтенсивності відмов, параметру потоку відмов) як функції наробітку при різних законах розподілу часу між відмовами. Методи статистичного оцінювання показників при різних планах випробувань (спостережень) на надійність закріплені у державних стандартах України [6]. Але, як відмічається у [7], реальні умови експлуатації техніки не відповідають жодному плану, встановленому стандартом.

Деякі автори відмічають, що фізичне зношування технічних виробів виникає як під час їх використання за призначенням – зношування 1-го роду, так й під час простоїв (зберігання) – зношування 2-го роду [3,4].

Проведений аналіз літератури свідчить про відсутність чітко обґрунтованих рекомендацій щодо урахування впливу на величину статистичної оцінки показника надійності виробу календарного терміну його експлуатації поряд з наробітком.

Для оцінки рівня надійності (безвідмовності) відновлюваних об'єктів використовують характеристики потоку відмов: параметру потоку відмов \hat{z} або наробітку на відмову \hat{T}_0

$$\hat{z} = \frac{n}{t_{\Sigma}}, \quad \hat{T}_0 = \frac{t_{\Sigma}}{n}, \quad (5)$$

де n – сумарна кількість відмов і пошкоджень, що були виявлені в польоті та на землі за досліджуваний період часу експлуатації τ сукупності однотипних виробів;

t_{Σ} – сумарне напрацювання у польоті сукупності однотипних виробів за той же період часу τ .

Припустимо, що на виріб впливають два незалежних потоки відмов. Перший потік відмов пов'язаний з наробітком, другий – з календарним часом його експлуатації. Обидва потоки є простішими з відповідними інтенсивностями z_1 та z_2 . При цьому виріб являє собою об'єкт зі змінним режимом експлуатації.

З урахуванням наведених припущень в деякій літературі можна знайти наступне граничне співвідношення [8]

$$z_1 + \frac{z_2}{K_I} = z = \frac{1}{T_0}, \quad (5)$$

звідки отримуємо

$$\frac{K_I}{z_1 K_I + z_2} = T_0, \quad (6)$$

Коефіцієнт $0 \leq K_I < 1$ характеризує інтенсивність льотної експлуатації виробу за час T_e і визначається за виразом

$$K_I = \frac{T_e - T_{TO} - T_{відн} - T_{прост}}{T_e} \approx \frac{t}{T_e}. \quad (7)$$

де: T_e – календарний час експлуатації виробу за період (рік, півріччя), год., T_{TO} – середній час ТО виробу за той же період, год., $T_{відн}$ – середній час відновлення виробу за період, год., $T_{прост}$ – середній час простоювання виробів за період без застосування за призначенням, год., t – середній наробіток виробу за період, год.

За своїм змістом K_I схожий на коефіцієнт планованого застосування $K_{ПЗ}$, але останній враховує наробіток, що планується, та не враховує час простоювання без застосування за призначенням.

За допомогою виразу (7) можна виконати якісну та кількісну оцінку впливу інтенсивності експлуатації виробу K_I на показник його надійності (безвідмовності) T_0 .

Якісно з (7) видно, що при збільшенні інтенсивності експлуатації сукупності виробів K_I збільшується чисельник та добуток в сумі знаменника ($z_1 \cdot K_I$), але у зв'язку з тим, що $z_1 < 1$, чисельник зростає швидше, тому оцінка T_0 теж збільшується

$$K_I \uparrow \Rightarrow \frac{K_I \uparrow \uparrow}{(z_1 K_I) \uparrow + z_2} \Rightarrow T_0 \uparrow \quad (8)$$

Навпаки, при зменшенні інтенсивності експлуатації сукупності виробів $K_I \downarrow$ оцінка середнього наробітку на відмову та пошкодження T_0 теж зменшується

$$K_I \downarrow \Rightarrow \frac{K_I \downarrow \downarrow}{(z_1 K_I) \downarrow + z_2} \Rightarrow T_0 \downarrow. \quad (9)$$

Таким чином, статистичний показник надійності змінюється в залежності від інтенсивності експлуатації, хоча реальний рівень надійності при цьому залишається незмінним.

Розглянемо граничні випадки. Очевидно, що при достатньо високій інтенсивності відбувається швидке вичерпання ресурсу виробу за наробітком, відсутні тривалі простой без застосування за призначенням, тому інтенсивність потоку відмов, пов'язаних з старінням матеріалів $z_2 \rightarrow 0$. В цьому випадку, як видно з виразу (7), маємо

$$T_0 = \frac{1}{z_1}, \quad (10)$$

тобто міжперіодична оцінка дозволяє достатньо точно оцінити реальний рівень надійності та не залежить від зміни інтенсивності застосування.

Інша справа, якщо інтенсивність експлуатації мала [9-10]. В цьому випадку мають місце довготривалі простой без застосування за призначенням, відбувається інтенсивне старіння матеріалів конструкції на етапі, коли досягається вичерпання ресурсу за календарними термінами служби при істотному залишку ресурсу за наробітком. В граничному випадку, коли спостерігаються високі значення z_2 при $z_1 \rightarrow 0$, вираз (7) приймає вигляд

$$T_0 = \frac{K_I}{z_2}, \quad (11)$$

що свідчить про прямопропорційну залежність оцінки показника (6) від інтенсивності експлуатації.

Висновки. Отримані у результаті обробки інформації значення показників надійності за період експлуатації, як правило, порівнюються з відповідними значеннями показників за попередні періоди. Такий підхід дозволяє здійснити якісну оцінку рівня надійності по відношенню до попередніх періодів експлуатації. При цьому, як зазначено вище, не враховується вплив на статистичну оцінку показника інтенсивності експлуатації. Статистичні дані про відмови та несправності отримуються при нестабільних умовах спостережень, що значно впливає на точність та достовірність оцінки. Одним з часткових завдань дослідження є удосконалення методики статистичного контролю надійності агрегатів судового обладнання з урахуванням впливу інтенсивності експлуатації та нестабільних умов спостережень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мясников Ю.Н. Надежность и техническая диагностика судовых энергомеханических систем / Мясников Ю.Н. – СПб: Издательство Федерального государственного унитарного предприятия “Центральный научно-исследовательский институт имени академика А.Н.Крылова”, 2008. – 183 с.
2. Barlow R.E. Engineering reliability / Richard. E. Barlow – ASA – SIAM, Philadelphia, USA, 1998. – 196 p.
3. Smith A. M. RCM: gateway to world class maintenance / Anthony M. Smith., Glenn R. Hincheliffe – Elsevier Inc., Burlington, USA, 2004. – 340 p.
4. Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення: ДСТУ 2864 : 94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України , 1995. – 30 с.
5. Надійність техніки. Терміни та визначення: ДСТУ 2860 : 94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України , 1995. – 79 с.
6. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги: ДСТУ 2862:94. – [Чинний від 1994-12-08]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 38 с.
7. StatSoft, Inc. (1999). Электронный учебник по статистике. Москва, StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
8. Навігаційне забезпечення управління рухом суден (навчальний посібник)/ [Богом'я В.І., Давидов В.С., Доронін В.В., Пашков Д.П., Тихонов І.В.].–Вид.1-е.–К.:ДВВП «Компас», 2012 – 336 с.
9. Стадник А.И. Выбор метода многокритериальной оптимизации для управления водным транспортным средством/ В.Ф. Лавриненко, А.И. Стадник, В.П. Тарохтей //Водний транспорт, 2014. –Вип.3(21).–С.11–14.
10. Гудков Д.Н. Системы динамического позиционирования судов как эргатический инструмент повышения безопасности мореплавания / Д.Н. Гудков, И.В. Тихонов// Системы обробки інформації. –2013. – Вип. 8 (115). – С. 32–36.

Макаров А.Н., Степух В.А., Марченко В.М., Дубинець А.И.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К приоритетным задач научно-технического характера, решение которых создает условия для совершенствования процесса эксплуатации оборудования, относятся: внедрение современных аппаратных средств, методов и программно-алгоритмического обеспечения параметрического контроля и диагностирования оборудования, средств и отработанных технологий применения методов неразрушающего контроля элементов (агрегатов), в которых в процессе эксплуатации возникают отказы.

В статье приведены подход, который позволяет осуществить качественную оценку уровня надежности по отношению к предыдущим периодам эксплуатации. При этом, учитывается влияние на статистическую оценку показателя интенсивности эксплуатации.

Статистические данные об отказах и неисправностях получаемые при нестабильных условиях наблюдений, значительно влияет на точность и достоверность оценки.

Ключевые слова: эксплуатация, диагностирование, контроль параметров, метод, аналитическое обеспечение

Makarov O.M., Stepuk VA, Marchenko V.M., Dubinets O.I.

ANALYTICAL PROVISION OF OPERATION SHIPPING EQUIPMENT

Priority tasks of the scientific and technical nature, the solution of which creates conditions for improving the process of equipment operation, include: introduction of modern hardware, methods and software and algorithmic provision of parametric control and diagnostics of equipment, tools and waste technologies, the use of non-destructive control of elements (aggregates), which in the course of operation there are failures.

The article provides an approach that allows for a qualitative assessment of the level of reliability in relation to previous periods of operation. At the same time, the influence on the statistical estimation of the intensity of operation is not taken into account. Statistical data on failures and malfunctions are obtained in unstable conditions of observation, which greatly affects the accuracy and reliability of the assessment.

Key words: exploitation, diagnostics, control of parameters, method, analytical support

Кривошей Ф.О., Моїсєєв В.Я., Кукалець Л.М., Сардак А.Г.

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ АГРЕГАТІВ ТА СИСТЕМ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

У статті запропоновано підхід статистичного оцінювання і прогнозування параметра потоку відмов агрегатів системи автоматичного управління суднових енергетичних установок за даними експлуатаційних спостережень. Це дозволяє сформулювати управління технічним станом агрегатів, що є суттєвим при вирішенні завдання забезпечення заданого рівня надійності складних систем даного типу.

Використання номограми для уточнення статистичних оцінок параметра потоку відмов дозволило побудувати часовий ряд значень даного показника у класичному вигляді, та виконати прогнозування показника з використанням комбінованої моделі авторегресії та проінтегрованого ковзаючого середнього.

У результаті прогнозу була виявлена нестационарність характеру функції параметра потоку відмов у залежності від наробітку, що може бути ознакою поступового старіння виробу.

***Ключові слова:** суднові енергетичні установки, безвідмовність, функціонування, системи, агрегати, модель*

Вступ. Аналіз показав, що в сучасних умовах розвитку геодезії, впровадження новітніх технологій в експлуатацію агрегатів та систем сучасних геодезичних засобів вимірювань одним зі наважливих напрямків забезпечення заданого рівня безпеки є автоматизація управління агрегатами та системами. При розробленні та проектуванні автоматичних систем управління агрегатами та системами виникає необхідність розроблення методу прогнозування безвідмовності агрегатів та систем агрегатів та систем суднових енергетичних установок (СЕУ) за даними експлуатаційних спостережень.

Дослідження та аналіз існуючої теорії надійності дозволяють зробити висновок про недосконалість існуючих методів. Наукові дослідження, в цьому напрямку, мають важливе значення для аналітичного забезпечення управління технічним станом агрегатів систем автоматичного управління за рівнем надійності.

Відомо, що теорія надійності виникла як результат спроби розв'язання задач забезпечення заданого рівня надійності складних технічних систем. Вирішенню цих питань присвячена література [1-7], проте реалізація положень теорії надійності у кожному конкретному випадку вимагає удосконалення підходів та методів стосовно особливостей конкретної галузі застосування.

Метою статті є доведення результатів щодо розроблення методу прогнозування безвідмовності агрегатів та систем СЕУ за даними експлуатаційних спостережень.

Основна частина

Для ілюстрації розробленої методики представимо її у вигляді наступної послідовності операцій з додатковим поясненням стосовно методів, способів та прийомів, передбачених даною методикою:

1. Збір статистичних даних про відмови та несправності агрегатів системи автоматичного управління СЕУ j -го типу, виявлених протягом i -го періоду експлуатації, підготовка вихідних даних для оцінювання параметра потоку відмов. Вихідними даними є: $n_{\delta_{ij}}$ - фактична кількість відмов та несправностей агрегатів j -го типу, виявлених протягом i -го періоду

експлуатації (тривалістю 6 місяців); t_{Σ_i} - сумарний наробіток агрегатів системи автоматичного управління СЕУ протягом i -го періоду експлуатації; N_i – штатна чисельність СЕУ; a_j – кількість агрегатів системи автоматичного управління СЕУ j -го типу на одному судні; K_{c_i} - середній коефіцієнт справності СЕУ протягом i -го періоду експлуатації.

2. Визначення середнього наробітку Δt_i одного агрегату системи автоматичного управління СЕУ протягом i -го періоду експлуатації в умовах достовірних спостережень:

$$\Delta t_i = \frac{t_{\Sigma_i}}{N_i \cdot K_{c_i} \cdot a_j} \quad (1)$$

Визначення фактичного значення параметру потоку відмов $\hat{z}_{\delta_{ij}}$ агрегатів системи автоматичного управління СЕУ j -го типу за i -й період експлуатації за виразом (2).

$$\hat{z}_{\delta_{ij}} = \hat{z}_{\delta_{ij}}(t, \Delta t) = \frac{n_{\delta_{ij}}(t, \Delta t)}{t_{\Sigma_i} \cdot \hat{E}_{\bar{n}_i}} = \frac{n_{\delta_{ij}}(t, \Delta t)}{N_i(t, \Delta t) \cdot a \cdot \Delta t_i \cdot K_{c_i}} \quad (2)$$

де $n_{\delta_{ij}}(t, \Delta t)$ - фактична кількість відмов та несправностей за i -й контрольний період експлуатації, од.; t_{Σ_i} - сумарний наробіток за період, год.; $N_i(t, \Delta t)$ - штатна чисельність суден, од.; a – кількість однотипних виробів на одному судні, од.; Δt_i - середній наробіток одного виробу за період, год.; $\hat{E}_{\bar{n}_i}$ - середній коефіцієнт справності даного типу суден за період [1].

Використання виразу (1) у даному випадку відповідає непараметричним методам оцінювання, що застосовуються за умов відсутності апріорної інформації про вид закону розподілу наробітку на відмову агрегатів САУ СЕУ.

4. Перевіряється виконання умови $\Delta t_i = 50 \text{ год}$. За 6 місяців експлуатації.

5. У випадку, коли $\Delta t_i \neq 50 \text{ год}$., визначається приведені значення оцінки параметру потоку відмов $\hat{z}_{\delta_{ij}}^{i\delta}$ агрегатів САУ СЕУ j -го типу за i -й період експлуатації для умов $\Delta t_i = 50 \text{ год}$.

Визначення приведеного значення $\hat{z}_{\delta_{ij}}^{i\delta}$ здійснюється за номограмою побудованою за результатами імітаційного моделювання.

Статистична імітаційна модель була використана для проведення багатофакторного машинного експерименту з метою кількісного оцінювання впливу на характеристики процесу технічної експлуатації (ПТЕ) наступних факторів:

інтенсивності експлуатації K_I ;

параметру потоку відмов агрегату СЕУ z , год^{-1} ;

календарних термінів проведення періодичного обслуговування $\tau_{\text{ПО}}$, год .;

календарних термінів проведення робіт зі зберігання $\tau_{\text{збер.}}$, год .

З обраних параметрів x_p , $p = \overline{1, 4}$ ($x_1 = K_I$, $x_2 = z$, $x_3 = \tau_{\text{ПО}}$, $x_4 = \tau_{\text{збер.}}$) утворимо вектор контрольованих входів $\bar{X} = \|x_1, x_2, x_3, x_4\|^T$ для побудованої імітаційної моделі, які називають факторами [2].

Вектор \bar{O} являє собою точку у просторі змінних x_j , $j = 1, 2, \dots, p$ (у факторному просторі). Проведемо експеримент з побудованою моделлю, змінюючи на свій розсуд значення (рівні) обраних факторів.

Позначимо: i -номер досліду ($i=1, 2, \dots, N$); $\bar{x}_i = \|\|x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}\|\|$ - комплекс умов i -го досліду, x_{ij} – рівень j -го фактору в i -му досліді.

Параметри, що розраховуються під час моделювання, утворюють вектор характеристик $Y^{<R>}(T)$, компоненти якого $y_r(T)$ ($r = \overline{1, 13}$) у свою чергу є скалярними величинами. Складемо план експерименту з побудованою імітаційною моделлю ПТЕ агрегату САУ СЕУ. План експерименту являє собою набір координат точок в обраному факторному просторі ($x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{1p}$), ($x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{2p}$), ($x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, x_{np}$), у яких будуть проведені досліді.

Якщо досліджується p факторів і j -й фактор має q рівнів, то число комбінацій рівнів факторів буде дорівнювати $N=q_1 \cdot q_2 \cdot \dots \cdot q_p$. При великому числі факторів p та рівнів (значень) квантування кожного з них q_j застосовуються насичені та наднасичені плани проведення імітаційних експериментів.

У зв'язку з тим, що загальне число факторів, що досліджуються, $p < 5$, складемо план повного факторного експерименту (ПФЕ). Відомо [3], що повний факторний експеримент полягає у реалізації усіх можливих комбінацій p -факторів на q -рівнях кожний.

В якості центра плану був обраний набір координат точок факторного простору, що відповідає реальному ПТЕ:

$$\bar{x}_0 = \|\| K_I = 0, 0016, z = 6, 82 \cdot 10^{-3} \text{ год.}^{-1}, \tau_{\text{ПО}} = 68 \text{ год.}, \tau_{\text{збер.}} = 720 \text{ год.} \|\| \quad (3)$$

У результаті здійснення приведеного вище плану експериментів з розробленою імітаційною моделлю була отримана матриця спостережень розмірністю $[(r + p) \times 3888]$, де $r = \overline{1, 13}$; $p = \overline{1, 4}$. Елементами матриці спостережень є: x_{ji} – значення j -го фактора ($j = \overline{1, p}$) в i -му досліді, y_{ri} – значення r -ї характеристики ПТЕ в i -му досліді, де $N = 3888$ – кількість дослідів, $p = 4$ – кількість факторів.

При проведенні аналізу результатів експерименту було виявлено наявність залежності між факторами K_I та z . Згідно прийнятих методів визначення параметру потоку відмов агрегатів, при незмінних значеннях параметру потоку відмов, що відображує закладений при розробці та забезпечений при виробництві рівень безвідмовності [6].

За результатами експерименту було побудовано номограму для визначення параметру потоку відмов z агрегатів САУ СЕУ (рис. 1).

Необхідність визначення $\hat{z}_{\delta_{ij}}^{i\delta}$ для умов $\Delta t_i = 50 \text{ год.}$ За 6 місяців експлуатації обумовлена наступним: у випадку $\Delta t_i < 50 \text{ год.}$ За 6 місяців експлуатації, необхідно враховувати вплив інтенсивності експлуатації на статистичну оцінку параметра потоку відмов, про що свідчать результати імітаційного моделювання; у випадку $\Delta t_i > 50 \text{ год.}$ За 6 місяців експлуатації, вплив інтенсивності експлуатації на статистичну оцінку параметра потоку відмов не є суттєвим, але здійснення прогнозу параметра потоку відмов за допомогою методів статистичного аналізу часових рядів передбачає аналіз часового ряду, побудованого через однакові інтервали часу (наробітку) Δt_i .

6. Здійснюється побудова та попередній аналіз часового ряду значень оцінки параметру потоку відмов $\hat{z}_{\delta_{ij}}$ (або $\hat{z}_{\delta_{ij}}^{i\delta}$). Необхідними етапами попереднього аналізу є перевірка статистичних гіпотез: гіпотези про наявність тренду, гіпотези про нормальність розподілу значень оцінки параметру потоку відмов $\hat{z}_{\delta_{ij}}$ (або $\hat{z}_{\delta_{ij}}^{i\delta}$).

7. Здійснюється ідентифікація та оцінка параметрів моделі авторегресії та ковзаючого середнього часового ряду $\hat{z}_{\delta_{ij}}^{i\delta}$, перевірка адекватності підбраної моделі. Для ідентифікації параметрів моделі застосовуються методи аналізу автокореляційної та часткової автокореляційної функцій часового ряду. Оцінка параметрів моделі здійснюється за допомогою методів зважених найменших квадратів для лінійних моделей, та методами максимізації правдоподібності для нелінійних моделей.

8. Здійснення прогнозу часового ряду $\hat{z}_{\delta_{ij}}$, визначення заданого значення параметра потоку відмов $\hat{z}_{\delta_{ij}}$ агрегатів j -го типу для $(i+1)$ -го періоду експлуатації за результатами прогнозування.

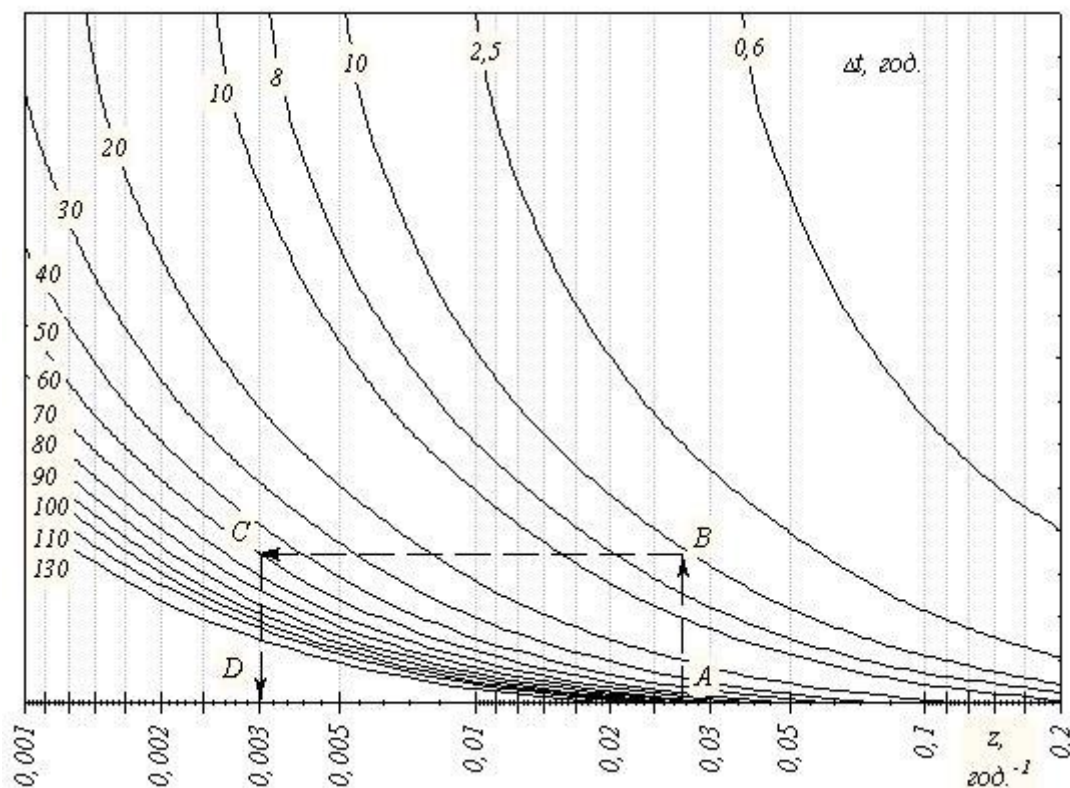


Рисунок 1 – Номограма залежності параметру потоку відмов агрегатів САУ СЕУ від наробітку за період експлуатації

Висновки

Запропонований підхід статистичного оцінювання і прогнозування параметра потоку відмов агрегатів системи автоматичного управління СЕУ за даними експлуатаційних спостережень дозволяє сформулювати управління технічним станом агрегатів, що є суттєвим при вирішенні завдання забезпечення заданого рівня надійності складних систем даного типу.

Використання номограми для уточнення статистичних оцінок параметра потоку відмов дозволило побудувати часовий ряд значень даного показника у класичному вигляді, та виконати прогнозування показника з використанням комбінованої моделі авторегресії та проінтегрованого ковзаючого середнього. У результаті прогнозу була виявлена нестационарність характеру функції параметра потоку відмов у залежності від наробітку, що може бути ознакою поступового старіння виробу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барлоу Р. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность / Р. Барлоу, Ф. Прошан; пер. с англ. И. А. Ушакова. – М.: Наука, 1985. – 328 с.
2. Диллон Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх; пер. с англ. Е.Г. Коваленко. – М.: Мир, 1984. – 318 с.
3. Гнеденко Б.В. Математические методы в теории надежности / Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. – М.: Наука, 1965. – 524 с. – (Серия: “Физико-математическая библиотека инженера”).

-
4. Анализ надёжности технических систем по цензурированным выборкам / [Скрипник В.М., Назин А.Е., Приходько Ю.Г., Благовещенский Ю.Н.]. – М.: Радио и связь, 1988. – 184 с.
 5. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надёжности / Яков Борисович Шор. – Издательство “Советское Радио”, 1962. – 552 с.
 6. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / [В.С.Королюк, Н.И.Портенко, А.В.Скороход, А.Ф.Турбин]. – М.: Наука, 1985. – 640 с.
 7. Павленко А.Г. Алгоритм статистичного контролю надійності бортового обладнання літальних апаратів військового призначення при нестабільних умовах спостережень/ Павленко А.Г., Соловійов В.І., Хижун В.В. // Тези доповідей та виступів на наук. – практ. Конф. “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”. – К.: ДНДІА України, 2011. – С. 81.

Кривошей Ф.А., Моисеев В.Я., Кукалец Л.М., Сардак А.Г.

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В статье предложен подход статистического оценивания и прогнозирования параметра потока отказов агрегатов системы автоматического управления судовых энергетических установок по данным эксплуатационных наблюдений. Это позволяет сформировать управления техническим состоянием агрегатов, является существенным при решении задачи обеспечения заданного уровня надежности сложных систем данного типа.

Использование номограммы для уточнения статистических оценок параметра потока отказов позволило построить временной ряд значений данного показателя в классическом виде, и выполнить прогнозирования показателя с использованием комбинированной модели авторегрессии и проинтегрирована скользящего среднего.

В результате прогноза была обнаружена нестационарность характера функции параметра потока отказов в зависимости от наработки, что может быть признаком постепенного старения изделия.

Ключевые слова: судовые энергетических установки, безотказности, функционирования, системы, агрегаты, модель

Krivoshey F.O., Moiseyev V.Ya., Kukalets L.M., Sardak A.G.

METHOD OF FORECASTING THE UNCERTAINTY OF ANALYSIS AND SYSTEMS OF VESSELS OF ENERGY INSTALLATIONS

In the article the approach of statistical estimation and forecasting of the parameter of the failure of the units of the automatic control system of ship power plants according to the operational observation data is proposed. This allows us to form the management of the technical state of the aggregates, which is essential in solving the problem of providing a given level of reliability of complex systems of this type.

The use of nomograms to refine the statistical estimates of the bounce flow parameter made it possible to construct a time series of values of this indicator in the classical form, and to perform the forecasting of the indicator using the combined autoregressive model and the integrated sliding average.

As a result of the forecast, the non-stationary nature of the function of the parameter of the flow of failures was detected, depending on the work, which may be a sign of the gradual aging of the product.

Key words: marine energy installations, faultlessness, functioning, systems, units, model.

Ткачук Д.О., Панов С.Л., Гараженко М.І., Вільдяєва Л.М.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ТРАНСОКЕАНСЬКИХ РЕЙСІВ

Особливістю експлуатації суднового обладнання в умовах трансокеанських рейсів є те, що під час таких рейсів часто немає фізичної можливості щодо застосування високоточного обладнання, кваліфікованого персоналу, а роботи щодо обслуговування здійснюються в умовах ресурсних та часових обмежень, що і обумовлює неповне знання апріорного випадкового процесу. У такому випадку постає необхідність врахування неповноти інформації контролю у методиці вирішення задачі прогнозування, а також оцінки її впливу на точність одержаних результатів.

Ключові слова: стан суднового обладнання, прогнозування

На практиці, особливо в умовах трансокеанських рейсів, коли дуже часто немає фізичної можливості щодо застосування високоточного обладнання, в умовах відсутності кваліфікованого персоналу та часових обмежень щодо здійснення контролю функціонування обладнання, повна інформація щодо досліджуваної реалізації випадкового процесу часто відсутня.

Неповнота інформації обумовлюється, у першу чергу, наявністю похибок вимірювань параметрів обладнання $x(\mu), \mu = \overline{1, k}$. Крім того, втрати інформації можуть виникати внаслідок недосконалості системи реєстрації даних контролю та внаслідок неможливості здійснення контролю у певних умовах (наприклад, коли для здійснення контролю необхідне припинення функціонування зразка обладнання, що може бути неможливим протягом тривалого трансокеанського переходу). Також, у тих випадках, коли реєструється лише сам факт справності контрольованого об'єкта, кількісні значення параметра вимірювання можуть взагалі бути відсутніми.

Неповнота апріорної інформації може знизити точність прогнозування, або взагалі зробити неможливим прогнозування стану суднового обладнання. У такому випадку постає необхідність врахування неповноти інформації контролю у методиці вирішення задачі прогнозування, а також оцінки її впливу на точність одержаних результатів.

Така ситуація є достатньо характерною для трансокеанських рейсів, оскільки під час тривалого рейсу досить складно, а іноді і неможливо, здійснювати контроль параметрів обладнання з застосуванням високоточних метрологічних приладів. Введемо деякі припущення стосовно вирішення задачі щодо оцінки впливу похибок апріорних вимірювань на результати прогнозування. Нехай відомі усі параметри реалізації до останнього вимірювання $x(\mu), \mu = \overline{1, k}$, причому зазначені дані виміряні з деякою випадковою похибкою Y , яка має постійну у часі щільність розподілу $f(y)$, з математичним очікуванням m_y та дисперсією D_y . Також будемо вважати, що істинне значення параметра вимірювання та відповідна похибка його вимірювання можуть розглядатися як незалежні випадкові величини [1, 2].

За цих умов, якщо у деякий момент t_μ здійснити контроль випадкового процесу $X(t)$, то замість істинного значення процесу буде спостерігатися реалізація деякої іншої випадкової величини

$$z(\mu) = x(\mu) + y(\mu). \quad (1)$$

Для апостеріорного випадкового процесу при $\mu = 1$ визначаємо

$$X_z^{(1)}(i) = m(i) + (z(1) - m(1))\varphi_1(i) + \sum_{v=2}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}. \quad (2)$$

Оскільки величина $z(1)$ є не випадковою, математичне очікування апостеріорного випадкового процесу $X_z^{(1)}(i)$ можна подати у вигляді $m_z^{(1)}(i) = m(i) + (x(1) - m(1))\varphi_1(i) + y_1\varphi_1(i) = m^{(1)}(i) + y_1\varphi_1(i), i = \overline{1, I}$, звідки

$$X_z^{(1)}(i) = m_z^{(1)}(i) + \sum_{v=2}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}.$$

При одержанні даних повторного контролю у момент $\mu = 2$ апостеріорний процес буде мати вигляд

$$X_z^{(2)}(i) = m_z^{(1)}(i) + (z(2) - m_z^{(1)}(2))\varphi_2(i) + \sum_{v=3}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}. \quad (3)$$

Застосувавши до цього виразу операцію математичного очікування, одержимо

$$\begin{aligned} m_z^{(2)}(i) &= m_z^{(1)}(i) + (z(2) - m_z^{(1)}(2))\varphi_2(i) = \\ &= m^{(1)}(i) + y_1\varphi_1(i) + (x(2) + y_2 - m^{(1)}(2) - y_1\varphi_1(2))\varphi_2(i) = \\ &= m^{(1)}(i) + (x(2) - m^{(1)}(2))\varphi_2(i) + y_1\varphi_1(i) + (y_2 - y_1\varphi_1(2))\varphi_2(i) = \\ &= m^{(2)}(i) + y_1\varphi_1(i) + (y_2 - y_1\varphi_1(2))\varphi_2(i), i = \overline{1, I}. \end{aligned} \quad (4)$$

Відповідно вираз для апостеріорного процесу набуде вигляду

$$X_z^{(2)}(i) = m_z^{(2)}(i) + \sum_{v=3}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}. \quad (5)$$

Загальний вираз для апостеріорного процесу, визначеного на основі k моментів контролю з похибками буде мати вигляд

$$X_z^{(k)}(i) = m_z^{(k)}(i) + \sum_{v=k+1}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}. \quad (6)$$

З (6) видно, що похибки вимірювання впливають лише на величину математичного очікування апостеріорного процесу. Звідси слідує, що похибка індивідуального прогнозу, яка виникає внаслідок похибок вимірювань значень контрольованої реалізації, може бути визначена як різниця математичних очікувань реального та ідеального апостеріорних процесів. Результуюча похибка на k -му кроці контролю визначається рекурентним чином на основі співвідношення

$$\begin{aligned} \delta_1(i) &= y_1 \varphi_1(i), i = \overline{1, I}; \\ \delta_k(i) &= \delta_{k-1}(i) + (y_k - \delta_{k-1}(k)) \varphi_k(i), i = \overline{k, I}, i = \overline{2, I}. \end{aligned} \quad (7)$$

Відсутність окремих даних реалізації. Найбільш часто така ситуація виникає при здійсненні допускового контролю працездатності об'єкта (як правило під час рейсу), коли реєструється лише факт справності чи несправності, без деталізації окремих параметрів процесу експлуатації. Таким чином, про зразок обладнання, який визнано справним у момент контролю t_k , відомо лише, що він безвідмовно працював з початку експлуатації (рейсу) до моменту останнього контролю. При цьому конкретні значення параметрів експлуатації є невідомими.

У такому варіанті задача прогнозу може бути сформульована наступним чином. Нехай апіорний випадковий процес $X(t)$ задано канонічним поданням

$$X(t_i) = m(t_i) + \sum_{v=1}^i V_v \varphi_v(t_i), i = \overline{1, I}. \quad (8)$$

У результаті контролю конкретної реалізації цього процесу $x(\mu)$ у моменти $t_\mu, \mu = \overline{1, k}, k < I$, стало відомо, що дана реалізація жодного разу не вийшла за межі області допуску $[a, b]$, але точні її значення невідомі. Необхідно визначити апостеріорні характеристики надійності зразка обладнання, зміни стану якого описуються даною реалізацією.

У такому випадку застосування моделей, наведених вище, неможливе. Відсутність значень контрольованої реалізації не дозволяє скористатися формулами математичного очікування апостеріорного процесу і унеможливує його моделювання.

Для того щоб у таких умовах сформувати апостеріорний процес, можна скористатися *принципом відбору реалізацій*. Як вже зазначалося, всі реалізації апостеріорного процесу на інтервалі $[t_1, t_k]$ повинні бути у межах $[a, b]$. Тому можна забезпечити виконання заданої умови шляхом моделювання апіорного процесу і відбору тих реалізацій, які задовольняють визначеній умові.

Алгоритм визначення множини апіорних процесів здійснюється у два етапи.

На першому етапі, на основі методу Монте-Карло, формується відрізок реалізації, який на інтервалі $\mu = \overline{1, k}$ задовольняє умові

$$a < x(\mu) < b, \mu = \overline{1, k}. \quad (9)$$

У якості початкових даних до пам'яті заносяться значення математичного очікування $m(i), i = \overline{1, I}$, координатних функцій $\varphi_v(i), v, i = \overline{1, I}$ і щільності розподілу коефіцієнтів $c_{kv}, v = \overline{1, I}, k = \overline{0, m}$ модельованого випадкового процесу $X(t)$.

Крок 1. Встановлення $i = 1$.

Крок 2. Якщо $i > I$, то кінець алгоритму, у протилежному випадку до кроку 3.

Крок 3. Встановлення значень випадкових чисел $\xi_1, \xi_2 \in [0, 1]$. Число ξ_1 визначає номер інтервалу k , тобто чисел c_k та c_{k+1} – значень щільності розподілу V_i , до якого потрапляє значення сформованого коефіцієнта, а ξ_2 визначає вибір точки у інтервалі $[c_{(k+1)i}, c_{ki}]$.

Крок 4. Визначення випадкового коефіцієнта $V_i = c_{ki} + \xi_2(c_{(k+1)i} - c_{ki})$.

Крок 5. Визначення реалізації $X(i) = m(i) + \sum_{v=1}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}$. Перехід до кроку 2.

Одержані значення реалізації $x(\mu)$, які задовольняють умові (9), запам'ятовуються як елемент масиву X , у протилежному випадку, коли умова (9) не виконується, алгоритм починається з початку. Таким чином, при досягненні $\mu = k$, у масиві X буде записано відрізок реалізації, який задовольняє умові (9).

На другому етапі, на основі даних контролю з масиву X формується реалізація апостеріорного випадкового процесу $x^{ps}(i), i = \overline{1, I}$ за таким алгоритмом:

Крок 1. Введення вихідних даних. Встановлення $\mu = 1$.

Крок 2. Якщо $\mu > k$, то перехід до кроку 6, у протилежному випадку до кроку 3.

Крок 3. Визначення $m^{(\mu)}(i) = m^{(\mu-1)}(i) + X(\mu) \varphi_{\mu}(i), i = \overline{\mu, I}$.

Крок 4. Запис $m^{(\mu)}(i)$ до масиву M .

Крок 5. $\mu = \mu + 1$, повернення до кроку 2.

Крок 6. $i = k + 1$.

Крок 7. Якщо $i > I$, то кінець алгоритму, у протилежному випадку до кроку 8.

Крок 8. Формування V_i і запис до V .

Крок 9. $v = k + 1$.

Крок 10. Якщо $v > i$, то $m^{(k)}(i) \rightarrow x^{(k)}(i)$; виведення $x^{(k)}(i)$; $i = i + 1$ та перехід до кроку 7.

Крок 11. $a_v = V_v \varphi_v(i)$; $a_v \rightarrow x^{(k)}(i)$, $v = v + 1$ та перехід до кроку 10.

Таким чином моделюється випадковий процес, який дозволяє одержати оцінку прогнозу випадкового параметру зразка суднового обладнання X .

Прогнозування поза межами апріорного знання процесу. Вищеописаний підхід охоплює випадки лише задачі прогнозу, для якої є характерним наявність апріорного знання процесу на інтервалі $[0, T]$. Тому поняття неповноти інформації торкається лише даних контролю. При цьому вважається, що апріорна інформація відома повністю. Однак, для експлуатації судна на трансокеанських рейсах в умовах відсутності достатньої статистики використання суднового обладнання більш важливою є інша задача, за якої статистична інформація про процес існує на інтервалі $[0, T]$, а прогноз необхідно здійснити на деякому інтервалі $[T, T']$, тобто поза межами доступної статистики. У такому випадку обсяг апріорної інформації є недостатнім.

Для вирішення такої задачі визначимо випадковий процес $X(t)$, який задано канонічним поданням на дискретному ряді точок $t_i, i = \overline{1, I}$. У результаті контролю стану зразка обладнання одержано реалізацію процесу $x(\mu), \mu = \overline{1, k}, k \geq 1$. Необхідно спрогнозувати надійність або технічний стан цього об'єкта для деякого моменту $t_{I'} > t_I$, який лежить поза межами області статистичних характеристик процесу.

Очевидно, що чим більшим є інтервал $[0, T]$, то тим більшим є обсяг інформації про характер процесу зміни стану зразка обладнання і тим достовірнішим є прогноз. У свою чергу достовірність прогнозування залежить від заданого моменту часу у області $[T, T']$.

Визначивши реалізацію випадкового процесу у вигляді (1) можна побачити, що у випадку незначного впливу випадкової складової процесу $y(t)$, процес може вважатися детермінованим, у протилежному випадку його необхідно розглядати, як стохастичний. Вибір того чи іншого підходу здійснюється за результатами аналізу зовнішніх умов та режимів використання об'єкта. У такому випадку є необхідність пояснення принципу, за яким буде здійснено вибір підходу. Розглядаючи групи суднового обладнання, представлені значною

кількістю зразків, кожен з яких функціонує у власних умовах, навряд чи можна сподіватися на дотримання “чистоти експерименту”, що визначатиме необхідність стохастичного підходу до визначення параметрів процесу. Разом з тим, розглядаючи окрему реалізацію випадкового процесу експлуатації конкретного зразка суднового обладнання, результати спостереження за яким спотворюються лише похибками вимірювань контрольованого параметра, є можливість застосування детермінованого підходу щодо визначення параметрів випадкового процесу.

Серед основних методів вирішення задачі прогнозування (екстраполяції, регресійного аналізу та статистичної класифікації) для вирішення задачі детермінованого прогнозу найбільш придатними є методи екстраполяції, які ґрунтуються на переносі на майбутнє тенденцій минулого.

При вирішенні задачі детермінованого прогнозування технічного стану шуканими характеристиками є значення діагностичних параметрів $z_j(t_{n+m}), j = \overline{1, s}, m = \overline{1, k} \in [T, T']$, а при прогнозуванні надійності – запас працездатності об’єкта $\left| z_j(t_{n+m}) - z_j^{\text{don}} \right|_{\text{min}}$, де s – число діагностичних параметрів; n – останній момент контролю у області $[0, T]$; k – останній момент контролю у області $[T, T']$.

На практиці досить важко отримати аналітичні вирази для узагальненого діагностичного параметра. Більш доцільним є одержання деякої апроксимації реалізації випадкового процесу поліномом виду

$$F(a, t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_\beta t^\beta, \quad (10)$$

де $a_i = f_i(z), i = \overline{0, \beta}$;

β – ступінь поліному.

Коефіцієнти такого поліному можна у загальному випадку відшукати за результатами контролю, використовуючи метод найменших квадратів, для чого необхідно вирішити систему з $\beta + 1$ рівнянь

$$\frac{\partial \left[\sum_{i=0}^n (z(t_i) - F(a, t))^2 \right]}{\partial a_j}, j = \overline{0, \beta}, \quad (11)$$

де n – число моментів часу контролю (число виміряних значень $z(t_i) \in [0, T]$).

Задача прогнозу реалізації дещо спрощується при використанні стандартних інтерполяційних формул Лагранжа, Ньютона, Стирлінга, Бесселя та ін. Інтерполяційний многочлен Лагранжа, який відповідає виразу (11) і являє собою апроксимацію реалізації випадкового процесу має вигляд

$$z(t) = \frac{(t-t_1)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_0-t_1)(t_0-t_2)\dots(t_0-t_n)} z(t_0) + \frac{(t-t_0)(t-t_2)\dots(t-t_n)}{(t_1-t_0)(t_1-t_2)\dots(t_1-t_n)} z(t_1) + \dots + \frac{(t-t_0)(t-t_1)\dots(t-t_{n-1})}{(t_n-t_0)(t_n-t_2)\dots(t_n-t_{n-1})} z(t_n), \quad (12)$$

де $z(t_0), z(t_1), \dots, z(t_n)$ – значення діагностичного параметра зразка обладнання у моменти часу t_0, t_1, \dots, t_n .

При здійсненні контролю через однакові відрізки часу $\Delta t = \text{const}$ та поданні моментів спостереження $t_i^* = \frac{t_i}{\Delta t}, i = \overline{1, n}$, формулу (12) можна записати як

$$z(t^*) = (-1)^n \frac{t^*(t^*-1)(t^*-2)\dots(t^*-n)}{n!} \sum_{i=1}^n (-1)^i \frac{C_n^i z(t_i^*)}{t_i^* - i}. \quad (13)$$

При обчисленні прогнозу на деякий m -й момент часу $t^* = t_{n+m}^* \in [T, T']$ видно, що коефіцієнти при значеннях $z(t_i^*)$, що мають назву коефіцієнтів Лагранжа, залежать лише від значень m та $\beta = n$. Їх можна визначити завчасно та оформити у вигляді таблиці. Кінцевий вигляд формули можна подати як

$$z_{n+m} = L_0 z_{n-\beta} + L_1 z_{n-\beta+1} + \dots + L_\beta z_n = \sum_{i=0}^{\beta} L_i z_{i+n-\beta}, \quad (14)$$

де L_i – коефіцієнти Лагранжа;

β – ступінь апроксимуючого поліному;

m – число кроків прогнозу у області $[T, T']$;

n – число кроків контролю у області $[0, T]$.

З урахуванням умов, прийнятих при виведенні (14) інтерполяційна формула Ньютона має вигляд

$$z_{n+m} = z_n + \Delta z_{n-1} N_1 + \Delta^2 z_{n-2} N_2 + \dots + \Delta^\beta z_{n-\beta} N_\beta, \quad (15)$$

де N_1, N_2, \dots, N_β – значення коефіцієнтів Ньютона, розраховані для певних величин β та m ;

$\Delta^k z_{n-k}, k = 1, \beta$ – скінченні різниці k -го порядку

$$\Delta^\beta z_{n-\beta} = \Delta^{\beta-1} z_{n-\beta+1} - \Delta^{\beta-1} z_{n-\beta}. \quad (16)$$

Достовірність прогнозування при побудові апроксимуючої залежності можна підвищити шляхом урахування усіх результатів контролю в області $[0, T]$. У такому випадку найбільш зручним є подання такої залежності у вигляді поліному з використанням ортогональних многочленів Чебишева

$$z(t) = b_0 p_0(t) + b_1 p_1(t) + \dots + b_\beta p_\beta(t), \quad (17)$$

де $p_0(t), p_1(t), \dots, p_\beta(t)$ – ортогональні многочлени Чебишева.

Коефіцієнти b_0, b_1, \dots, b_β визначаються за виразом

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^n z_i p_j(t_i)}{\sum_{i=1}^n p_j^2(t_i)}, \quad (18)$$

де $j = 0, 1, 2, \dots$ – порядковий номер коефіцієнта b_j ;

n – число моментів контролю параметра z .

Формули для обчислення ортогональних многочленів Чебишева будуть мати вигляд:

$$p_0(t) = 1, \quad p_1(t) = t - \bar{t}, \quad p_2(t) = t^2 - \frac{\sum_{i=0}^n t_i^3 - \bar{t} \sum_{i=0}^n t_i^2}{\sum_{i=0}^n t_i^2 - n\bar{t}^2} p_1(t) - \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n t_i^2,$$

$$p_3(t) = t^3 - \frac{\sum_{i=1}^n t_i^3 p_2(t_i)}{\sum_{i=0}^n p_2^2(t_i)} p_2(t) - \frac{\sum_{i=0}^n t_i^3 p_1(t_i)}{\sum_{i=0}^n p_1^2(t_i)} p_1(t) - \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n t_i^3,$$

$$\text{де } \bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n t_i.$$

Якщо спростити вираз (17), обравши умову $\Delta t = t_i - t_{i-1} = \text{const}$ та замінити змінну t на $u = ((t - \bar{t}) / \Delta t) = x - \bar{x}$, де $x = (t / \Delta t) = i$ – час, виражений у числі кроків; $\bar{x} = (\bar{t} / \Delta t) = \frac{n}{2}$. Також, якщо прийняти, що спостереження ведеться не за одним, а за k однаковими об'єктами в однакових умовах, то поліном (17) за цих умов запишеться як рівняння регресії

$$z_i(t) = c_0 p_0(u) + c_1 p_1(u) + \dots + c_\beta p_\beta(u), i = \overline{1, n}. \quad (19)$$

$$\text{Його коефіцієнти визначаються за формулою } c_j = \frac{\sum_{i=0}^n \bar{z}_i p_j(u_i)}{\sum_{i=0}^n p_j^2(u_i)}, j = \overline{0, \beta},$$

де $\bar{z}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k z_{ij}$ – середнє значення результатів вимірювань діагностичного параметра для k об'єктів; $p_0(u) = 1$; $p_1(u) = u$.

Обчислення многочленів $p_j(u)$ при $j \geq 2$ може бути здійснене за формулами [3, 4] для конкретних значень кроків n . Прогноз значення діагностичного параметра за апроксимуючим виразом (19) для m -го кроку прогнозування обчислюється при $x = n + m$. Степінь

апроксимуючих поліномів β можна обрати, виходячи з умови $\left| \frac{z_i - z_{ip}}{z_i} \right|_{\max} \leq \varepsilon_{\text{дон}}$, де z_i, z_{ip} – відповідно виміряні та обчислені (14), (15), (19) значення діагностичного параметра на i -му кроці в області $[0, T]$.

Таким чином будуються окремі траєкторії (реалізації випадкового процесу) функціонування зразка суднового обладнання у області $[T, T']$, тобто в області, яку не було покрито апіорними спостереженнями і у якій неможливо розробити прогноз поведінки зразка обладнання на основі канонічного подання процесу, опираючись лише на статистичні дані спостережень за аналогічним класом об'єктів.

Загальна модель процесу експлуатації суднового обладнання на трансокеанських рейсах. Започаткована з середини 60-х років ХХ ст. стратегія технічного обслуговування та ремонту за станом обумовлюється високим ступенем контролепридатності та експлуатаційної надійності, а також широким впровадженням цифрових обчислювальних пристроїв та систем управління, що дає змогу постійно контролювати стан обладнання та відійти від планово-попереджувальної стратегії технічного обслуговування та ремонту.

Зазначена стратегія передбачає визначення для кожної групи пристроїв контрольного рівня надійності (гранично припустимого технічного стану), який визначається на основі знання потоку відмов обладнання. У найбільш загальному вигляді модель процесу експлуатації зразка суднового обладнання являє собою регенеруючий процес. Такий підхід є відомим в теорії надійності [5,6], а його ключова особливість полягає в тому, що вивчення регенеруючих процесів можна звести до вивчення їх між точками регенерації.

Доповнивши область допуску технічної характеристики зразка обладнання $E_0 = [a, b]$ деякою критичною областю $E'_0 = [a', b'] \subseteq E_0$, з урахуванням відсутності статистичних даних на усьому проміжку прогнозування (у випадку довготривалих рейсів) визначимо модель процесу експлуатації суднового обладнання на трансокеанських рейсах наступним чином:

1. У деякий момент часу $t = t_k$ здійснюється контроль працездатності (технічного стану) зразка суднового обладнання.
2. Оцінюється наявний статистичний фонд (реалізації на проміжку $[0, T]$) та необхідний термін прогнозування $[T, T']$.
3. Здійснюється прогнозування окремих реалізацій випадкового процесу на період $[T, T']$.
4. Здійснюється прогнозування функціонування зразка обладнання на період $t_k \leq s' \leq t_k + \theta'$ та $t_k \leq s \leq t_k + \theta$. При цьому період s' – визначатиме час настання критичного технічного стану обладнання, а s – час переходу обладнання до непрацездатного стану.
5. Визначається залишок часу безвідмовної роботи зразка обладнання до критичного стану $\Delta T'_\omega$ та до непрацездатного стану ΔT_ω .
6. Час $\Delta T'_\omega$ та ΔT_ω порівнюється з загальним часом рейсу T_p . Якщо $T_p \leq \Delta T'_\omega$, то приймається стратегія експлуатації за технічним станом, яка передбачає періодичний (портовий) контроль технічного стану та безперервний контроль функціонування під час рейсу. У протилежному випадку – вживаються заходи щодо підвищення надійності зразка обладнання.

Основна ідея запропонованого підходу полягає у тому, щоб не допустити настання стану відмови під час рейсу. У такому випадку рейс повинен закінчитися раніше, ніж досліджуваний параметр вийде за критичну межу $E'_0 = [a', b'] \subseteq E_0$. Перехід від E'_0 до E_0 і визначатиме необхідний запас часу для виконання відновлювальних робіт без переходу зразка обладнання до непрацездатного стану.

Таким чином на основі індивідуального прогнозування технічного стану (надійності) зразка суднового обладнання є можливість розроблення моделі процесу експлуатації груп суднового обладнання. При цьому в основі зазначеної моделі лежать методи розкладання випадкових процесів через їх канонічне подання.

Висновки. Перевагою вирішення задачі прогнозування на основі канонічного подання є те, що воно забезпечує вирішення задачі моделювання як скалярних так і векторних процесів з залежними складовими. При цьому єдиним обмеженням, яке накладається на досліджуваний випадковий процес, є скінченність дисперсії випадкового процесу. Опис випадкового процесу на основі його канонічного подання точно визначає випадковий процес у точках контролю та забезпечує мінімум середнього квадрата похибки наближення у проміжках між цими точками.

Похибки апріорних вимірювань впливають лише на величину математичного очікування апостеріорного процесу, з чого слідує, що похибка індивідуального прогнозу, яка виникає

внаслідок похибок вимірювань значень контрольованої реалізації, може бути визначена як різниця математичних очікувань реального та ідеального апостеріорних процесів.

Для експлуатації судна на трансокеанських рейсах в умовах відсутності достатньої статистики використання суднового обладнання важливою є задача прогнозування технічного стану на інтервалі поза межами доступної статистики. Для вирішення такої задачі будуються окремі траєкторії (реалізації випадкового процесу) функціонування зразка суднового обладнання на період, не охоплений статистикою, після чого здійснюється канонічне розкладання випадкового (апостеріорного на статистично невизначеному проміжку часу) процесу і отримуються вирази для прогнозування технічного стану обладнання.

Загальна модель процесу експлуатації суднового обладнання являє собою регенеруючий процес і базується на ідеї недопущення настання стану відмови під час рейсу. У такому випадку рейс повинен закінчитися раніше, ніж досліджуваний параметр вийде за критичну межу. Проміжок часу функціонування від критичного до непрацездатного стану і визначатиме необхідний запас часу для виконання відновлювальних робіт без переходу зразка обладнання до непрацездатного стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пугачев В.С. Теория случайных функций. / – М: Физмат.изд., 1962г.
2. Драган Я.П. Модели сигналов в линейных системах.-К.: Наукова думка,1972.-302 с.
3. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.
4. Кудрицкий В.Д. Фильтрация, экстраполяция и распознавание реализаций случайных функций / В.Д. Кудрицкий // – К.:ФАДА, ЛТД, 2001. – 176 с.
5. Полянин А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики. – М.: Физматлит, 2001. – 362 с.
6. Острейковский В.А. Теория надежности / В.А. Острейковский // – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.

Tkachuk D.O., Panov S.L., Harazhenko M.I., Vildyayeva L.M.

FEATURES OF FORECASTING MARINE EQUIPMENT UNDER TRANSOCEANIC FLIGHTS

Feature operation of ship equipment in transoceanic flights is that during these flights are often no physical possibility of the application of high-precision equipment, qualified personnel, and the work of the maintenance carried out under resource and time constraints that causes the incomplete knowledge of a priori stochastic process. In that case there is the need to consider incomplete information control technique for solving the problem of forecasting and assessing its impact on the accuracy of the results.

Keywords: state of ship equipment, forecast

Ткачук Д.А., Панов С.Л., Гараженко М.И., Вильдяева Л.Н.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТРАНСОКЕАНСКИХ РЕЙСОВ

Особенностью эксплуатации судового оборудования в условиях трансокеанских рейсов является то, что во время таких рейсов часто нет физической возможности применения высокоточного оборудования, квалифицированного персонала, а работы по обслуживанию осуществляются в условиях ресурсных и временных ограничений, и обуславливает неполное знание априорного случайного процесса. В таком случае возникает необходимость учета неполноты информации контроля в методике решения задачи прогнозирования, а также оценки ее влияния на точность полученных результатов.

Ключевые слова: состояние судового оборудования, прогнозирование.

Коба В.Г., Шелест Т.М.

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ МОРЯКІВ В УКРАЇНІ

У статті розглядаються економічні аспекти взаємовідносин між суб'єктами підготовки моряків в Україні: державою, морськими навчальними закладами, судноплавними компаніями. Особлива увага приділена методико-практичним підходам до визначення джерел фінансування підготовки українських моряків для роботи на суднах світового флоту.

Ключові слова: підготовка моряків, Конвенція ПДНВ, судноплавні компанії, економічні аспекти, тренажерні центри, дипломування моряків.

Постановка проблеми. Україна з 2000 року була занесена до «Білого списку» країн, що в повному обсязі виконують вимоги Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ – 1978) з наступними поправками. Це дало нашій державі право видавати ідентифікаційні та кваліфікаційні документи морякам України та іноземним громадянам, легітимність яких признають у всьому світі, створило можливість українським морякам працювати на суднах під прапором будь-якої держави. Найбільш актуальні – Манільські поправки 2010 р., які набули чинності з 1 січня 2012 р. – спрямовані на досягнення та підтримання практично можливих найвищих стандартів безпеки судноплавства.

Реалізація права видавати ідентифікаційні та кваліфікаційні документи морякам потребує значних фінансових витрат від держави, проте в економічних дослідженнях і практиці господарювання водного транспорту майже не розроблені питання економічної результативності цих витрат, віддачі витрачених коштів. Це призводить до недофінансування перш за все початкової підготовки моряків у вищих морських навчальних закладах (ВМНЗ), середніх морських навчальних закладах (СМНЗ) і морських професійно-технічних училищах (МПТУ) відповідного профілю, що безпосередньо впливає на якість підготовки.

Аналіз останніх джерел і публікацій. У статті Щипцова А.О. [1] розглянуті питання безпеки судноплавства (БС) і вплив на її рівень якості підготовки екіпажів суден. У дисертаційній роботі Бундюка Р.А. [4] запропонована комплексна система управління плавскладом судноплавної компанії.

Проте, в цих та інших публікаціях не піднімалися економічні питання підготовки моряків, фінансового забезпечення необхідної якості підготовки плавскладу суден.

Виділення невирішених частин загальної проблеми. У статті розглядаються економічні питання підготовки моряків відповідно до прийнятої в Україні технології, особлива увага приділена визначенню джерел фінансування початкової підготовки студентів ВМНЗ, СМНЗ та МПТУ.

Мета статті. Виявити і обґрунтувати додаткові джерела фінансування початкової підготовки моряків у морських навчальних закладах України.

Виклад основного матеріалу. В Україні Інспекція з підготовки і дипломування моряків плідно співпрацює і виконує настанови Державної системи управління безпекою судноплавства, що здійснює скоординовані заходи у сфері судноплавства, спрямованні запобіганню виникнення та зменшення наслідків аварій суден, які можуть заподіяти шкоду здоров'ю і життю людини, навколишньому середовищу та майну.

У системі управління безпекою судноплавства однією з найважливіших ланок (підсистем) є система підготовки і дипломування моряків. Загальновідомо, що аварії і катастрофи суден мають місце через так званий «людський фактор», 70-80% аварій суден (до речі, як і на авіаційному, автомобільному, залізничному транспорті) виникають у зв'язку з помилками в операторській діяльності екіпажу суден.

Для забезпечення якісної роботи системи підготовки і дипломування моряків Україна створює умови, відповідні державні органи з виконання таких функцій [1]:

- державний нагляд для виявлення та попередження правопорушень у галузі БС, притягнення винних до відповідальності;
- контроль за виконанням вимог БС на водному транспорті (морському і річковому) на основі проведення необхідних перевірок, щоб отримувати поточну інформацію про стан виконання зазначених вимог та своєчасного застосування необхідних заходів;
- імплементація нормативних документів ІМО до національного морського і річкового законодавства України;
- забезпечення необхідними ресурсами виконання вимог безпеки судноплавства, які розробляють відповідні організації ІМО.

Діюча система забезпечення безпеки судноплавства може бути оцінена декількома показниками, одним із основних є кількість підтверджених випадків некомпетентності або неправильних дій членів екіпажу судна, які мають дипломи або підтвердження, видані в Україні. Тут можна відзначити, що на підставі аналізу статистики аварій на морі та їх розслідувань, а також щорічних звітів Комітету з безпеки на морі [2] можна констатувати, що за останні роки немає підтверджених випадків некомпетентності або неправильних дій моряків України, що працюють на суднах під українськими та іноземними прапорами, мають дипломи або підтвердження, видані в Україні [1]. Це свідчить про якісну підготовку і високий професіоналізм українських моряків.

Відповідно до циркуляра Комітету з безпеки на морі ІМО (MSC.1/Circ.1163/Rev.9) від 15 червня 2015 року Україна увійшла до «Білого списку» ІМО як Сторона Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) 1978 року з Манільськими поправками, затверджена Комітетом з безпеки на морі, яка надала інформацію про повне виконання відповідних положень Конвенції [3].

Проте, якщо виконання перших трьох функцій держави Україна достатньо розроблені, то четвертій функції – забезпечення необхідними ресурсами виконання вимог ІМО з безпеки судноплавства – не приділяється достатньої уваги. Тому не всі вимоги ІМО можуть бути виконані якісно і в необхідні терміни.

До основних проблем, що виникають і потребують організаційно-економічної розробки можна віднести такі:

- методичні підходи з розрахунку витрат на виконання рішень ІМО щодо підвищення рівня безпеки судноплавства і джерел їх покриття;
- оптимізація кількості навчально-тренажерних центрів, їх укрупнення та покращення матеріально-технічної бази;
- розробка методичних положень з розрахунку оплати за підготовку, перепідготовку і дипломування моряків.

Розглянемо більш детально джерела фінансування підготовки моряків в Україні, попередньо проаналізувавши динаміку попиту і пропозиції плавскладу екіпажів суден світового флоту. У таблиці 1 представлена динаміка попиту та пропозиції на командний склад на світовому ринку праці моряків у 2000-2015 рр. (тис.чол.).

Як видно з даних таблиці 1, кількість моряків командного складу за останні 15 років збільшилась практично в 2 рази. За даними BIMCO/ISF у травні 2016 року був проведений цінний і поглиблений аналіз тенденцій морських трудових ресурсів. Поточний дефіцит командного складу складає нині 16,5 тис. осіб. Світовий флот збільшився на 7% (за кількістю) за останні 5 років і продовжує зростати. Поставки на світовий ринок праці моряків за

прогнозами неухильно зростатимуть, але вони будуть відставати від зростаючого попиту. Деякі категорії офіцерів знаходяться в гострому дефіциті, особливо не вистачає інженерних офіцерів на рівні управління і фахівців для спеціалізованих судів, таких як: хімічні, газозови зрідженого природного газу (LNG) та зрідженого вуглеводневого газу (LPG).

Таблиця 1

**Динаміка попиту та пропозиції на командний склад на світовому ринку
праці моряків у 2000-2015 рр. (тис.чол.)**

№ з/п	Показники	2000	2005	2010	2015	Темп зростання, %
<i>1. Попит на ринку праці моряків (кількість робочих місць)</i>						
	Командний склад	420	479	624	790,5	188
<i>2. Реалізована пропозиція</i>						
	Командний склад	404	466	624	774	191
<i>3. Співвідношення попиту та пропозиції</i>						
	Командний склад	-16	-13	0	-16,5	

Таблиця складена авторами за даними [1,2,5]

Впровадження в експлуатацію нових суден, автоматизація суднових робіт потребує більше кваліфікованих фахівців, що призводить до зростання дефіциту моряків командного складу на світовому ринку праці. BIMCO/ISF дало прогноз, за яким у 2025 році світовому флоту буде потрібно додатково 147,5 тис. осіб. Якщо зараз нестача командного складу суден покривається за рахунок збільшення термінів робочого часу моряків, то надалі цей шлях буде проблематичним.

Статистичні дані динаміки попиту та пропозиції на рядовий склад на світовому ринку праці моряків з 2000 по 2015 рр. представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Динаміка попиту та пропозиції на рядовий склад на світовому ринку
праці моряків у 2000-2015 рр. (тис.чол.)**

№ з/п	Показники	2000	2005	2010	2015	Темп зростання, %
<i>1. Попит на ринку праці моряків (кількість робочих місць)</i>						
	Рядовий склад	599	586	744	754,5	126
<i>2. Реалізована пропозиція</i>						
	Рядовий склад	823	721	747	873,5	106
<i>3. Співвідношення попиту та пропозиції</i>						
	Рядовий склад	+ 224	+ 135	+ 3	+119	

Таблиця складена авторами за даними [1,2,5]

Проте, за оцінками BIMCO/ISF на даний момент на світовому ринку праці моряків існує надлишок рядового складу – 119 тис. осіб (15,8 %), з 2010 року попит збільшився приблизно на 1%.

Доведена об'єктивна тенденція розвитку світового флоту відкриває можливості ВМНЗ для збільшення кількості підготовки студентів, а також покращення якості підготовки за рахунок своєчасного оновлення матеріально-технічної бази. Для відповідних заходів потрібно суттєво посилити фінансування ВМНЗ на початкову підготовку моряків плавскладу.

Україна є досить вагомим гравцем на світовому ринку праці як країна-постачальник моряків для екіпажів морських і річкових суден. Український командний склад моряків на світовому торговому флоті в 2015 році становив приблизно 39 тис. чол., рядовий склад – приблизно 30 тис. чол., при цьому Україна перемістилася на 6 місце серед країн-постачальників моряків [5]. Це кваліфіковані спеціалісти, як правило із знанням морської іноземної мови, які освоїли експлуатацію новітніх суден світового флоту.

Для того, щоб зберегти та розширити ринок праці українських моряків, потрібно суттєво підвищити якість їх підготовки, перш за все оновлювати обладнання тренажерних центрів, що можливо лише за стратегії нарощування фінансування всієї системи підготовки плавскладу морського і річкового транспорту.

На сьогодні кошти на фінансування підготовки моряків поступають з декількох джерел, що видно з рисунку 1.



Рисунок 1 – Схема джерел фінансування моряків в Україні

Найбільша питома вага коштів, що надходять, належать державному бюджету, який постійно фінансує підготовку моряків для виконання своїх функцій контролю, державного нагляду, нормативного забезпечення та утримання статусу морської держави тощо. Але, в умовах кризи економіки країни, це джерело фінансування не може бути збільшене. З рисунку 1 видно, що можливе збільшення фінансування за рахунок недержавних джерел, основними з яких є крьюінгові та судноплавні компанії як замовники підготовки моряків, безпосередні учасники цього процесу, і за рахунок коштів недержавних спеціальних фондів. Останні можуть бути створені на основі стейкхолдер-організацій на ринку підготовки моряків.

Висновки і пропозиції. Попит на ринку праці моряків командного складу постійно зростає, буде збільшуватись і в майбутньому. За прогнозами до 2025 року потреба в додаткових фахівцях для обслуговування світового флоту буде становити 147,5 тис. осіб, тому необхідно розвивати якісну підготовку моряків командного складу в Україні. Для покращення системи підготовки моряків треба постійно працювати над оновленням матеріально-технічної бази ВМНЗ, СМНЗ та МПТУ за рахунок збільшення цільового фінансування цього сегменту.

На сьогодні збільшення фінансування можливе за рахунок судноплавних компаній та інституціональних форм державно-приватного партнерства. Подальші дослідження будуть проводитись щодо розробки механізмів посилення зв'язку між стейкхолдерами з підготовки моряків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щипцов А. А. Имплементация международной конвенции ПДНВ и государственная система управления безопасностью судоходства. Газета «Работник моря» №13(27) от 01.07.2013. – С. 8-13.
2. Сайт International Maritime Organization, ІМО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docs.imo.org>.
3. Офіційний веб-сайт Інспекції з підготовки моряків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.itcs.org.ua/ua/news/10072015>
4. Бундюк Р. А. Формирование комплексной системы управления плавсоставом судоходной компании., дис. на соискание учен. степени канд. экон. наук : 08.00.04 / Бундюк Руслан Анатолиевич ; Мин-во обр.и науки Украины, Одес. нац. полит. унив. – Одесса, 2013. – 192 с.
5. BIMCO/ISF: 2016 Manpower update [Electronic resource]: www.bimco.org/News/Press-releases/20160517_BIMCO_Manpower_Report&prev=search

Коба В.Г., Шелест Т.М.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ МОРЯКОВ В УКРАИНЕ

В статье рассмотрены экономические аспекты взаимоотношений между субъектами подготовки моряков в Украине: государством, морскими учебными заведениями, судоходными компаниями. Особенное внимание уделено методико-практическим подходам к определению источников финансирования подготовки украинских моряков для работы на судах мирового флота.

Ключевые слова: подготовка моряков, Конвенция ПДНВ, судоходные компании, экономические аспекты, тренажерные центры, дипломирование моряков.

Koba V., Shelest T.

ECONOMIC ASPECTS OF TRAINING SEAFARERS IN UKRAINE

The article deals with economic aspects of interaction between subjects of training seafarers in Ukraine: state, marine Universities and colleges, shipping companies. Special attention is paid to methodological and practical approaches to defining financial sources for Ukrainian seafarers' training to work on the world fleet vessels.

Keywords: training of seafarers, STCW Convention, shipping companies (SC), economic aspects, training centre, certificating competency seafarers.

Шевчук В.О.

ВЛИЯНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ УКРАИНЫ

В статье рассмотрена массовость высшего образования как тенденция развития образования; исследована роль демографического фактора на рынке образовательных услуг и его влияние на структуру спроса на образовательные услуги. На основании оценки воздействия демографических изменений в Украине осуществлен прогноз динамики численности принятых студентов в высшие учебные заведения I-IV уровней аккредитации в период с 2016/17 по 2029/30 учебный год.

Ключевые слова: рынок образовательных услуг, высшее образование, высшее учебное заведение, демографический фактор.

Постановка проблемы. В последние годы во всех сферах общественной жизни прослеживаются негативные последствия сложной демографической ситуации. В связи с демографическим кризисом многие вузы столкнулись с проблемой набора студентов не только на контрактную форму обучения, но и на бюджетную. На рынке образовательных услуг останутся конкурентоспособные вузы, предоставляющие качественные образовательные услуги. Одной из основных проблем социально-экономического прогнозирования является слабая изученность влияния демографических изменений в целом на экономическое и социальное развитие страны, и спрос на услуги образования в данном случае не является исключением. Изменение численности населения, а именно количества рожденных, создает предпосылки для роста или снижения спроса на рынке образовательных услуг (в зависимости от направленности тенденций) и, в результате, влияет на количество абитуриентов и студентов в высших учебных заведениях. Недоучет демографического фактора при разработке и реализации стратегий и политики развития системы образования на всех уровнях в конечном итоге приводит к снижению эффективности управленческих решений.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросы высшего образования как элемента рыночной экономики исследовали в своих научных трудах такие ученые: В. Бобров, К. Корсак, И. Кравченко, Д. Богиня, В. Куценко, Е. Лианова. Проблема сложной демографической ситуации и потребность абитуриентов в образовательных услугах высших учебных заведений рассматривается М. Денисенко, Н. Киреевой и В. Козловым.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Анализ научной литературы свидетельствует о наличии значительного количества научных работ отечественных и зарубежных исследователей по этой тематике, однако именно проблема влияния сложной демографической ситуации на состояние рынка образовательных услуг Украины требует дальнейших исследований в этой области.

Цель статьи – исследовать влияние демографического фактора на структуру спроса на образовательные услуги и спрогнозировать динамику численности принятых студентов в высшие учебные заведения I-IV уровней аккредитации в период с 2016/17 до 2029/30 учебного года.

Изложение основного материала. Одной из тенденций развития образования является рост массовости высшего образования. Сегодня в странах Европейского Союза 20 % жителей в возрасте 35-39 лет имеют высшее образование, в то время как 20 лет назад этот показатель составлял лишь 12,5 % [6, С. 28]. В развитых странах уровень поступления выпускников школ в высшие учебные заведения в среднем составляет 68 %, а в Северной Америке – 84 %.

Стремительно растет количество студентов. По данным ЮНЕСКО, если в 1960 году в мире насчитывалось 13 млн. студентов, в 1997 г. – 88,2 млн. студентов, то в 2010 г. – уже 153 млн. студентов, обучающихся в 18 тыс. высших учебных заведениях. В Украине около 85 % выпускников средних школ поступают в высшие учебные заведения. По международным показателям уровня вовлеченности в высшее образование (Gross Enrolment Ratio – процент лиц, получающих высшее образование, независимо от их возраста, от общего количества лиц, имеющих типичный для получения высшего образования возраст) Украина занимает одно из ведущих мест среди стран Центральной и Восточной Европы с уровнем 73 % [3].

Основной причиной роста массовости высшего образования является осознание потребителями образовательных услуг того, что получение высшего образования позволит им в будущем устроиться на престижную работу и должность с высоким уровнем заработной платы.

В 2015/16 учебном году контингент студентов высших учебных заведений всех уровней аккредитации и форм собственности составил 1 млн. 605,3 тыс. человек. Для сравнения, в 2014/15 учебном году – 1 млн. 689,3 тыс. человек, в 2013/14 учебном году – 2 млн. 52,7 тыс. человек, в 2012/13 учебном году – 2 млн. 170 тыс. человек (табл. 1).

Таблица 1

Динамика количества студентов в Украине, 2000-2016 гг.

Учебный год	Количество студентов в высших учебных заведениях, тыс. человек		Принято студентов, тыс. человек	
	I-II уровней аккредитации	III-IV уровней аккредитации	I-II уровней аккредитации	III-IV уровней аккредитации
2000/01	528,0	1402,9	190,1	346,4
2001/02	561,3	1548,0	201,2	387,1
2002/03	582,9	1686,9	203,7	408,6
2003/04	592,9	1843,8	202,5	432,5
2004/05	548,5	2026,7	182,2	475,2
2005/06	505,3	2203,8	169,2	503,0
2006/07	468,0	2318,6	151,2	507,7
2007/08	441,3	2372,5	142,5	491,2
2008/09	399,3	2364,5	114,4	425,2
2009/10	354,2	2245,2	93,4	370,5
2010/11	361,5	2129,8	129,1	392,0
2011/12	356,8	1954,8	105,1	314,5
2012/13	345,2	1824,9	99,8	341,3
2013/14	329,0	1723,7	93,9	348,0
2014/15	251,3	1438,0	69,5	291,6
2015/16	230,1	1375,2	63,2	259,9

Источник: [5]

По данным таблицы 1, в высшие учебные заведения в 2015/16 учебном году на первый курс поступило 323,1 тыс. человек, что на 10,52 % меньше по сравнению с 2014/15 учебным годом, когда на первый курс поступили 361,1 тыс. человек, что на 18,28 % было меньше по сравнению с предыдущим периодом. Наибольшее количество студентов в Украине было в 2007/08 учебном году, когда составляло более 2,8 млн. человек. После 2007 года наблюдается уменьшение количества абитуриентов и студентов, что объясняется следующими причинами:

- 1) экономический кризис;
- 2) уменьшение численности молодежи в структуре населения;
- 3) введение внешнего независимого оценивания лиц, поступающих в высшие учебные заведения.

Отметим, что в 2009 году, по данным ЮНЕСКО, процент прироста количества выпускников высших учебных заведений в Украине был выше этого показателя в развитых

странах мира. Но по размеру расходов на обучение одного студента Украина занимала самые низкие позиции в списке стран с показателем меньше 2 000 долларов. Для сравнения, расходы на одного студента в Кувейте составляли 36,1 тыс. долл., в Гонконге – 18,5 тыс. долл. [4].

В 2012 году в высшие учебные заведения I-II уровней аккредитации всего было зачислено 99,8 тыс. человек, в том числе в государственные вузы – 52,3 тыс. человек, коммунальные – 36,9 тыс. человек, частные – 10,5 тыс. человек. Соответственно в высшие учебные заведения III-IV уровней аккредитации всего было зачислено 341,3 тыс. человек, в том числе в государственные вузы – 309,7 тыс. человек, коммунальные – 7,3 тыс. человек, частные – 24,4 тыс. человек. Таким образом, наибольшим спросом пользуется среди абитуриентов получение образования в государственных вузах, в которых в настоящее время получает образование почти 82 % студентов, и намного меньше – в частных и коммунальных, соответственно 8 % и 10 %. В 2012/13 учебном году за средства государственного и местных бюджетов в высших учебных заведениях учились 51 % студентов, за средства физических и юридических лиц – 49 % [8]. В 2014 году в высших учебных заведениях I-II уровней аккредитации обучалось за средства государственного бюджета 35,0 % студентов, за средства физических лиц – 37,1 %, за средства местного бюджета – 27,8 %, за счет органов государственной власти и юридических лиц – 0,1 %; в вузах III-IV уровней аккредитации за средства государственного бюджета – 46,1 %, за средства физических лиц – 52,3 %, за средства местного бюджета – 0,9 %, за счет органов государственной власти и юридических лиц – 0,7 % [5].

Стоит отметить, что массовый характер высшего образования, кроме того, что открывает доступ к получению высшего образования для всех желающих лиц, имеет ряд недостатков, а именно: высшая школа развивается экстенсивно, происходит снижение ценности получения образования для потребителя, снижается качество преподавания и в целом образования; снижаются требования к абитуриентам, ведь, за исключением нескольких ведущих высших учебных заведений страны, все остальные ради контингента готовы принимать слабых студентов (по словам Е. А. Аникиной и Л. И. Иванкиной, действует так называемый «остаточный принцип» приема студентов) [1, С. 56]; наличие диплома перестает быть свидетельством высокого уровня знаний и подготовки его владельца, а также гарантом получения в будущем высокооплачиваемой работы.

Стоит указать, что уменьшение количества студентов в высших учебных заведениях непосредственно связано со сложной демографической ситуацией в Украине (рис. 1).

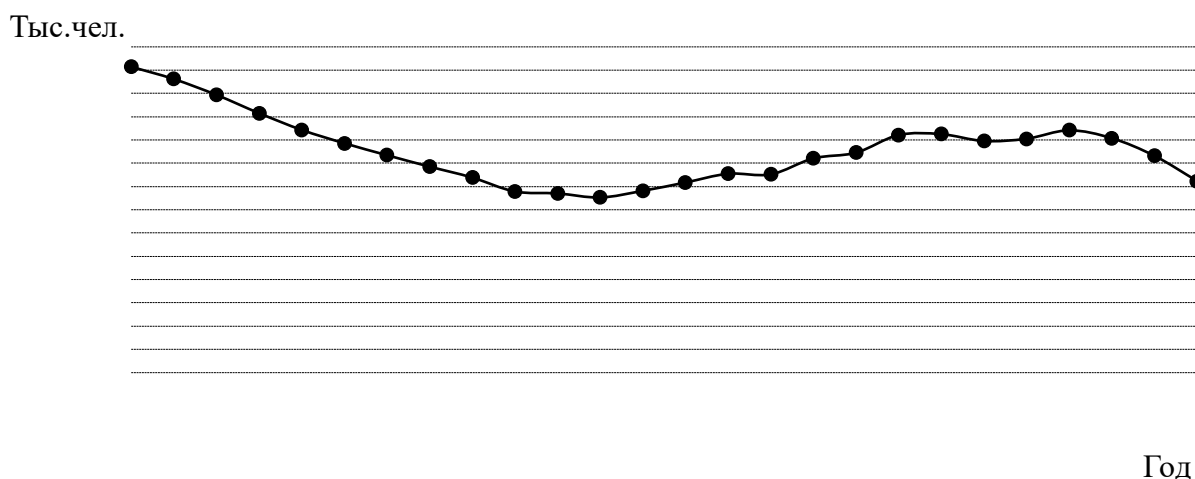


Рисунок 1 – Динамика рождаемости в Украине в 1990-2015 гг., тыс. чел.

Источник: составлено автором на основе [5]

Соглашаемся с мнением М. Денисенко и В. Козлова о том, что количество обучающихся в различных образовательных учреждениях изменяется под воздействием двух основных

факторов. С одной стороны, на контингенты образовательных учреждений влияют демографические процессы, изменяющие численность и структуру населения страны. С другой стороны, кроме непосредственного демографического влияния, на величину образовательных контингентов будут оказывать воздействие ещё и реформы в системе образования, которые должны отразиться на охвате населения теми или иными ступенями образования и, следовательно, на прогнозной численности учащихся [2].

Необходимо отметить, что в связи с демографическим кризисом конца XX века в ближайшие годы в Украине будет наблюдаться дальнейшее уменьшение количества выпускников общеобразовательных школ II и III степени.

Таким образом, при планировании и прогнозировании развития образования в Украине важно учитывать демографический фактор. На основе данных количества рожденных, количества учащихся, окончивших школу II и III степени, и количества принятых студентов в высшие учебные заведения I-IV уровней аккредитации за период 1990-2015 гг. нами был осуществлен прогноз динамики численности принятых студентов в вузы I-IV уровней аккредитации в период с 2016/17 по 2029/30 учебный год (рис. 2).

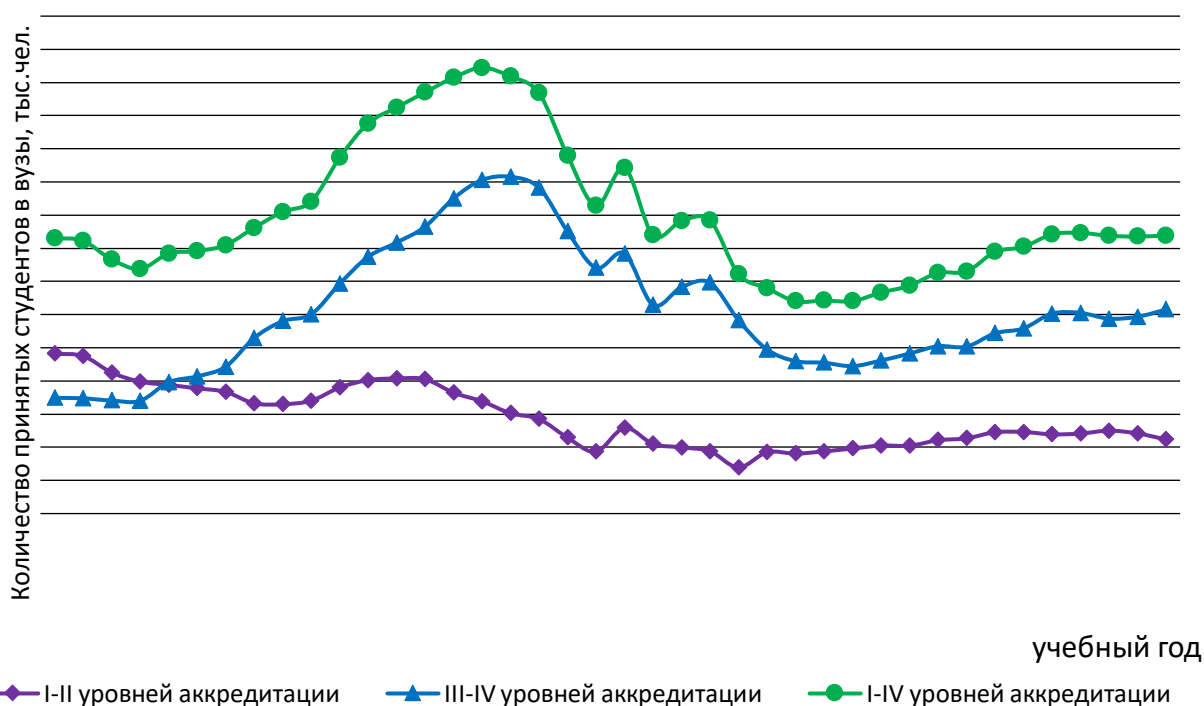


Рисунок 2 – Динамика численности принятых студентов в вузы I-IV уровней аккредитации с 1990/91 учебного года (прогноз с 2016/17 по 2029/30 учебный год), тыс. чел.

Источник: разработано автором

Учтено также и то, что возрастной состав студентов в Украине, по последним данным, ограничивается молодыми людьми в возрасте 18-24 лет, а после 35 лет население почти совсем прекращает повышать свой образовательный уровень. По 2005-2011 годы уровень охвата высшим образованием молодежи в возрасте 17-21 лет вырос с 45,5 % до 50,3 %, тогда как уровень охвата лиц более старшего возраста заметно сократился. То есть, как отмечает Л. Ткаченко, в целом можно говорить о «локализации» обучения в высших учебных заведениях в максимально молодом возрасте, как правило, до 22 лет завершается полный цикл высшего образования. С точки зрения теории человеческого капитала, это целесообразно, поскольку более ранние инвестиции в образование позволяют получать экономический эффект от них больший период времени, ограниченный рамками трудоспособного возраста [7].

Проведенный нами опрос студентов и анализ возрастной структуры студентов нескольких вузов Украины показали, что средний возраст студентов в настоящее время составляет от 17,4 лет студентов дневной формы обучения до 33,2 лет студентов заочной формы обучения.

Проанализировав цифровые данные и осуществив соответствующие расчеты, мы пришли к следующим выводам:

- доля учащихся, которые после окончания школы II степени поступают в высшие учебные заведения I-II уровней аккредитации в среднем составляет 25 %;
- доля учащихся, которые после окончания школы III степени поступают в высшие учебные заведения III-IV уровней аккредитации в среднем составляет 82 %.

Стоит отметить, что полученные в результате расчетов данные являются приблизительными, так как трудно было учесть:

✓ количество лиц, которые после окончания обучения в высших учебных заведениях I-II уровней аккредитации продолжают обучение в высших учебных заведениях III-IV уровней аккредитации;

✓ количество лиц, которые после окончания школы III степени поступают в высшие учебные заведения I-II уровней аккредитации;

✓ количество лиц, поступающих в высшие учебные заведения разных уровней аккредитации через несколько лет после окончания школы II и III степени;

✓ количество лиц, получающих образование одновременно в двух и более вузах или получают образование по нескольким специальностям;

✓ количество лиц, которые вообще решили не получать высшее образование после окончания школы II и III степени;

✓ миграцию, которая влияет как напрямую, за счет повышения численности населения в возрастах получения образования, так и косвенным образом – через увеличение числа родившихся за счет детей мигрантов.

Поэтому реальные данные могут отклоняться на несколько процентов от прогнозируемых в сторону увеличения.

Мы осознаем, что данная модель имеет ограничения, так как в ближайшее время изменения в охвате обучением на различных ступенях обучения будут происходить в первую очередь по следующим направлениям:

✓ увеличение охвата детей дошкольными учреждениями;

✓ введение 12-летнего школьного образования и переход после 2017 года к системе начального профессионального образования, включая создание новых типов учебных заведений III ступени (профессиональная школа, профессиональный лицей, академический лицей, гимназия и т.п.);

✓ снижение финансирования учебных заведений за счет государственного бюджета и перевод системы финансирования, в первую очередь, за счет частных инвесторов.

Выводы и предложения. Приведенная информация позволяет сделать вывод, что в последующие годы можно ожидать уменьшения количества абитуриентов и студентов. Наиболее кризисным годом для рождаемости в Украине был 2001 год, когда ее уровень был наименьшим – только 376,4 тыс. родившихся, поэтому в ближайшие несколько лет произойдет уменьшение количества выпускников школ и количества абитуриентов. Таким образом, такая тенденция снижения количества потенциальных студентов приведет к усилению конкуренции среди высших учебных заведений. Только через 4-5 лет, а именно в 2019/20 учебном году количество абитуриентов возрастет.

Итак, демографическая ситуация в Украине имеет значительное влияние на количество будущих студентов и, соответственно, на количество высших учебных заведений в последующие годы. Отметим, что ООН прогнозирует дальнейшее развитие в Украине демографического кризиса, что, соответственно, будет оказывать негативное влияние в будущем на всю систему высшего образования Украины. Поэтому при разработке и реализации

государственной политики в сфере образования необходимо учитывать влияние на систему образования демографического фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникина Е. А. Затраты на получение высшего образования как особый вид инвестиций / Е. А. Аникина, Л. И. Иванкина // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 6: Экономика, философия, социология и культурология. – С. 52-58.
2. Денисенко М. Б. Оценка влияния демографических изменений на структуру спроса на услуги образования [Электронный ресурс] / М. Б. Денисенко, В. А. Козлов. – Режим доступа: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4GWQIIGbs7QJ:regconf.hse.ru/uploads/331ae5f9ca169e834e600b6bcf45441c7bb62424.doc+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ua>.
3. Іщенко А. Ю. Аналітична записка «Глобальні тенденції і проблеми розвитку освіти: наслідки для України» [Електронний ресурс] / А. Ю. Іщенко. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1537/>.
4. Новина тижня: Україна у світовій освіті. Погляд ЮНЕСКО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://usw.com.ua/profiles/blogs/novina-tizhnya-ukrayina-u>.
5. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Павловський К. Трансформації вищої освіти в ХХІ столітті: польський погляд / Кшиштоф Павловський. – К.: Навчально-методичний центр «Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні», 2005. – 230 с.
7. Ткаченко Л. Українські дипломи на ринку праці [Електронний ресурс] / Л. Ткаченко. – Режим доступу: http://gazeta.dt.ua/ECONOMICS/ukrayinski_diplomi_na_rinku_pratsi__pro_problemu_nevidpovidnosti_osvitno-kvalifikatsiynih_struktur_r.html.
8. У МОН підраховали кількість ВНЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lovi-moment.com.ua/novyny-vnz/zagalni/21903-2013-05-15-20-36-08.html>.

Шевчук В.О.

ВПЛИВ ДЕМОГРАФІЧНИХ ЗМІН НА СТАН РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ УКРАЇНИ

У статті розглянута масовість вищої освіти як тенденція розвитку освіти; досліджено роль демографічного фактора на ринку освітніх послуг і його вплив на структуру попиту на освітні послуги. На основі оцінки впливу демографічних змін в Україні здійснено прогноз динаміки чисельності прийнятих студентів до вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації в період з 2016/17 до 2029/30 навчального року.

Ключові слова: ринок освітніх послуг, вища освіта, вищий навчальний заклад, демографічний фактор.

Shevchuk V.

THE IMPACT OF DEMOGRAPHIC CHANGES ON THE MARKET OF EDUCATIONAL SERVICES OF UKRAINE

The article considers mass higher education as a trend of education; investigates the role of the demographic factor in the educational services market and its influence on the structure of demand for educational services. Based on the assessment of the impact of demographic changes in Ukraine a forecast of the dynamics of admitted students number in institutions of higher education I-IV levels of accreditation in the period from 2016/17 to 2029/30 academic year was carried out.

Keywords: market of educational services, higher education, institution of higher education, the demographic factor.

Власова В.П., Педоренко О.С.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ В УПРАВЛІННІ ПЕРСОНАЛОМ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті розглянуто базові та новітні методи в управлінні персоналом транспортних підприємств. Зазначено важливість запровадження інноваційних методів управління персоналом транспортних підприємств у сучасних умовах. Запропоновано ряд методів активізації творчої діяльності та пошуку інноваційних ідей серед персоналу.

Ключові слова: персонал, інноваційні методи управління персоналом транспортних підприємств, проблеми управління персоналом.

Постановка проблеми. Сучасні транспортні підприємства активно впроваджують у свою діяльність підхід, заснований на логістичній концепції: «Час-Інформація-Гроші». Персонал повинен знати, як працює вічний 7-ступеневий цикл логістики. Працівник повинен уміти приймати рішення за певним алгоритмом [1]:

1. Мета – «Що ми хочемо?».
 2. План – «Що будемо робити?».
 3. Облік – «Контроль і фіксація в режимі реального часу».
 4. Факт – «Так вийшло...».
 5. Аналіз – «Чому вийшло так добре чи погано, завдяки чому...».
 6. Висновки – «Коротко і зрозуміло».
 7. План – «Що будемо робити з цим далі...».
- 1*. МЕТА – «І що ми хочемо на цей раз?».

Щоб керувати, необхідно своєчасно володіти повною і достовірною інформацією, доступною для оперативного візуального контролю за ключовими показниками. Для повноти аналізу даних за необхідний період в розрізі план/факт і чіткого розуміння подальших коригувальних заходів щодо організації діяльності підприємства, потрібно розуміти скільки часу займає кожна операція і кожен бізнес-процес, а також, скільки грошей коштує кожна операція, кожен бізнес-процес у розрізі учасника та/або груп учасників бізнес-процесу. З вищесказаного стає цілком зрозуміло, що використання стандартних методів управління персоналом вже недостатньо. Необхідність впровадження інноваційних методів управління транспортними підприємствами зумовила актуальність статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам управління персоналом організації присвячено велику кількість наукових досліджень. Цими питанням займалися такі зарубіжні науковці, як: І. Беккер, П. Друкер, В. Горфінкель, Т. Пітерс, Г. Саймон, Н. Суровкіна. Вагомий внесок в інноваційне управління персоналом зробили вітчизняні науковці, такі як: Л. Григор'єва, А. Булгакова, Т. Збрицька, А. Колот, П. Микитюк, В.Петюх, О. Розметова, В. Савченко. Окремі питання управління персоналом підприємств морського та річкового транспорту розглядаються в роботах Т. Войченко.

Незважаючи на те, що тема управління персоналом досліджена досить глибоко, існує цілий ряд сучасних аспектів цього напрямку, які ще не знайшли ефективного вирішення.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Ще недавно головною ознакою інноваційного розвитку транспортних підприємств вважалися кількість технічних винаходів і ступінь їх використання, при цьому управлінські інновації не розглядалися. Технічний і технологічний потенціал організації сприймається однозначно, а організаційний і

кадровий потенціали серйозно не використовуються, і тому можливості для розвитку істотно знижуються. Саме управлінські інновації сприяють прискоренню науково-технічного прогресу, поширенню та реалізації у виробництві новітніх технологій. У той же час, недостатнє вивчення питань інноваційного управління людськими ресурсами призводить до того, що потреби організації в них повністю не задовольняються, що знижує ефективність їх дії.

Метою статті є дослідження інноваційних методів управління персоналом транспортних підприємств, визначення актуальних проблем ефективного використання персоналу.

Основні результати дослідження. Удосконалення транспортної системи вимагає впровадження не тільки технологічних, інформаційних інновацій, а й пошуку нових методів в управлінні персоналом.

Узагальнюючи попередні дослідження поняття «інновації в управлінні персоналом» [2-9], наведемо уточнене визначення. Отже, інновації в управлінні персоналом транспортного підприємства – це управлінські нововведення, під якими розуміються будь-яка цільова діяльність, організаційне рішення, система, процедура або метод управління кадровою роботою, що істотно відрізняються від сформованої практики й уперше використовуються, спрямовані на підвищення рівня й здатності персоналу вирішувати завдання ефективного функціонування й розвитку підприємства та його підрозділів в умовах зростаючої конкуренції серед підприємств, що надають транспортні послуги.

Основними цілями управління персоналом транспортних підприємств є підвищення конкурентоспроможності підприємства в ринкових умовах, підвищення ефективності виробництва та праці, а саме досягнення максимального прибутку та забезпечення високої соціальної ефективності функціонування колективу.

Досягнення поставлених цілей здійснюється за допомогою відповідних методів управління. О. Розметова [2], узагальнюючи дослідження вітчизняних та закордонних вчених, визначає ряд класичних методів ефективного управління персоналом. До них відносять: економічні, адміністративні і соціально-психологічні методи управління персоналом підприємства. Ці групи методів управління найчастіше розглядаються та доповнюють один одного. Охарактеризуємо коротко кожен із них.

1. Адміністративні методи ґрунтуються на владі, дисципліні та покаранні. Загальновідомі «методи батога». Вони спираються на адміністративну підпорядкованість об'єкта суб'єкту, на основі існуючої ієрархії управління; орієнтуються на такі мотиви поведінки, як: усвідомлена необхідність трудової дисципліни, почуття обов'язку, культура трудової діяльності; діють через такі механізми: правові норми, інструкції, організаційні схеми, нормування, накази, розпорядження, які використовуються в процесі оперативного управління [3, с. 196].

2. Економічні методи базуються на використанні економічних стимулів і відомі як «метод пряника»; за їх допомогою здійснюється матеріальне стимулювання колективу, окремих працівників; це – економічні нормативи діяльності, система матеріального заохочення, участь у прибутках і капіталі, премії.

3. Соціально-психологічні методи засновані на використанні моральних стимулів до праці. Вони впливають на персонал за допомогою психологічних механізмів з метою переведення адміністративного завдання в усвідомлений обов'язок, внутрішню потребу людини. Поставлене завдання досягається через формування колективу, створення нормального психологічного клімату й творчої атмосфери, особистий приклад, задоволення культурних і духовних потреб працівників, встановлення соціальних норм поведінки і соціального стимулювання розвитку колективу, встановлення моральних санкцій і заохочення, соціальний захист [4, с. 61-63].

Проблеми в управлінні персоналом стосуються керівників і співробітників компаній. Тренінговий центр «Фактор Росту» [5] акцентує увагу на те, що іноді керівник застосовує таку систему управління персоналом, при якій встановлюються, ніби ідеальні стосунки –

співробітники не ухиляються від роботи, а начальник не дістає своїми претензіями та вимогами. Але, як правило, саме в таких стосунках виявляються всі проблеми управління. Було виділено основні проблеми при управлінні персоналом [5]:

- проблема відмінника;
- синдром «свого хлопця»;
- позитивна проекція;
- синдром старшого;
- синдром «очікування героя»;
- «зірки цирку»;
- велика різниця в зарплаті між шефом і працівником;
- плинність кадрів.

Інноваційною технологією управління персоналом для транспортних підприємств є така, що раніше не використовувалась на ньому, тобто є вдосконаленою технологією. Традиційно до складу інноваційної технології включають технологічний процес, контроль, інструкції з виконання технологічного процесу, правила, вимоги, карти, перспективні графіки тощо. Л. Григор'єва у своєму дослідженні визначила чинники, що сприяють та перешкоджають застосуванню інноваційних технологій в управлінні персоналом [6] (рис.1). Врахування цих чинників дозволить прискорити реалізацію інноваційних технологій в управлінні персоналом транспортних підприємств.

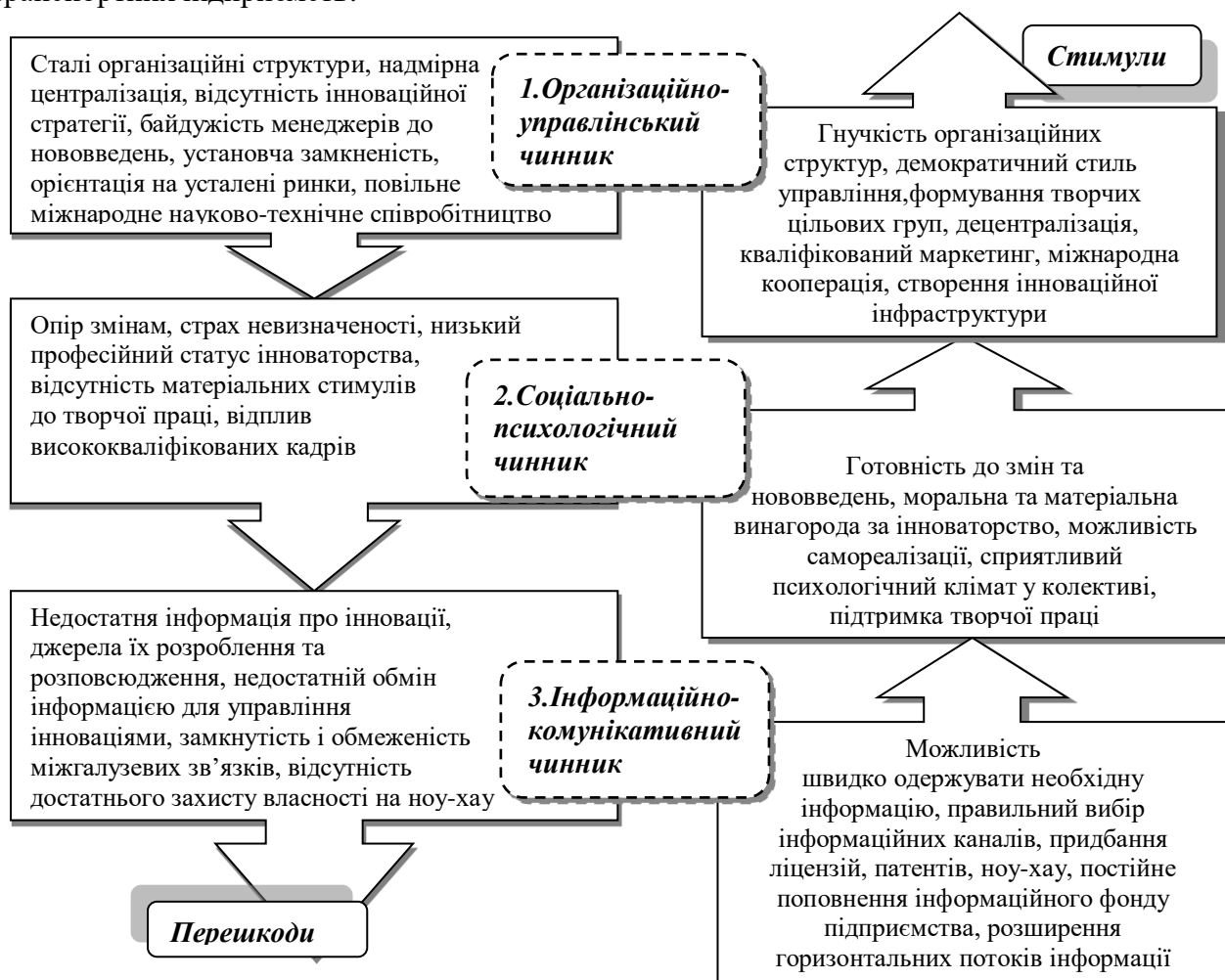


Рисунок 1 – Чинники, що впливають на реалізацію інноваційних технологій в управлінні персоналом

Джерело: за даними [6]

Інноваційне управління персоналом, як і будь-яке управління, класифікується за принципом ступеня свободи об'єкта управління. За ознакою «вплив на ступінь свободи об'єкта управління суб'єктом» використовує такі групи методів:

1. Методи примусу (обмеження). Ці методи виступають в ролі інструменту управління. До цих інструментів відносяться нормативні та законодавчі акти. Якщо їх дотримання буде на низькому рівні, то і вся подальша робота співробітників буде такої ж якості. Тому впроваджувати методи примусу (стандартизація і сертифікація, планування, облік і контроль, нормативно-методичне регулювання системи управління і так далі) необхідно відразу й дуже оперативно, оскільки вони є визначальними в робочій діяльності підприємства.

2. Наступна група – методи мотивації (економічне стимулювання, аналіз витрат, якості та інших параметрів систем, анкетування, тестування, факторний аналіз та інші) – спрямована на скорочення споживання ресурсів та забезпечення високого рівня конкурентоспроможності послуг підприємства. Головним інструментом цих методів є позитивна мотивація співробітників. Вводити такі методи необхідно поступово, починаючи від створення позитивних дружніх стосунків між колегами і закінчуючи загальною характеристикою прибутковості підприємства.

3. Методи переконання включають моніторинг соціально-психологічних процесів, психологічні технології, моральне стимулювання та інші. Необхідність впровадження цих методів управління обумовлюється різними особистісними характеристиками співробітників. Вивчаючи особливості психологічного портрета кожного співробітника в цілому, визначаючи рівень його мотивації і знаходячи відхилення в його поведінці від поставлених норм, можна своєчасно включити один з методів переконання, і виправити ситуацію. Мінусом таких методів є їх низька ефективність і складність. Адже стимулювати економічно або примушувати набагато легше, ніж переконати.

Всі ці методи різні за своєю ефективністю та результативністю. Але всі вони повинні відображатися в роботі з управління персоналом.

Досить часто в управлінні персоналом застосовують так звані методи трьох стилів [7]:

- стиль участі, пояснити чому працівник важливий у команді, створити відчуття власної значущості; застосовується для нових членів команди та працівників низових ланок. Кожен працівник має знати, що його думка буде підтримана;

- стиль безпосереднього керівництва. Працівники повинні знати про те, що повинні робити, які їхні обов'язки, коли робота повинна бути завершена, завдяки чому робота виконана успішно чи погано, несвоєчасно, яких заходів потрібно вжити, подальші плани. Цей метод часто застосовується в організації роботи працівників логістичних служб транспортних підприємств;

- стиль командної роботи, обмін досвідом, спільне вирішення проблем, колективні поради (застосовується при організації масштабних перевезень).

В окрему групу сучасних методів управління виділяють кадровий консалтинг, рекрутинг, аутсорсинг, коучинг, асесмент-центр, аудит персоналу [8].

Сучасний стан економіки визначає нові вимоги до рівня підготовки персоналу. Постійний розвиток персоналу з метою підвищення його компетентності повинен здійснюватися через формування системи безперервного навчання при створенні умов для повного розкриття потенціалу співробітників, їх здібності вносити відчутний внесок у діяльність підприємства. Для цього застосовують наступні методи: тренінги (мінімум інформації і максимум завдань на відпрацювання навиків певних), кейс стаді (інтерактивна технологія для короткострокового навчання на основі бізнес-ситуацій), коучинги (форма консультаційної підтримки, засіб сприяння, допомоги в пошуку вирішень або подолання будь-якої складної ситуації самостійно), E-learning (масовий метод дистанційного навчання), самонавчання [8]. Вітчизняні транспортні підприємства активно використовують всі ці методи. На різних рівнях проводяться тренінги, семінари, онлайн-курси. Але існує проблема в підборі методу відповідно до поставленої задачі, визначенні ефективності обраного методу.

Сучасні підприємства сприймають персонал як стратегічний ресурс, тому для ефективного управління ним потрібно максимально використовувати явний та прихований потенціал персоналу. Як показали дослідження [2, 9], основу даного потенціалу складають професійна майстерність, здатність до творчості, до креативного мислення та генерації нових ідей. Саме останні складові можуть бути суттєвим фактором підвищення конкурентоспроможності підприємства та розширення сегменту потенційних споживачів.

Процес управління персоналом складається із комплексу інноваційних механізмів, організованих навколо взаємодії працівників, активізації творчого потенціалу персоналу, інтеграції його зусиль на досягнення поставлених цілей. Власники транспортних компаній із свого персоналу прагнуть створити таку команду бізнес-партнерів, яка б до результатів діяльності компанії відносилась, як до власних. Для цього використовують різні методи пошуку інноваційних ідей серед персоналу (табл.1).

Таблиця 1

Сучасні методи пошуку інноваційних ідей серед персоналу [2, 9]

Метод	Опис методу
«Альтер-его»	Вирішення будь-якого питання з точки зору відомої людини. Для того, щоб вирішити конкретну проблему за цим методом, необхідно подивитись на неї очима історичної особи, персонажу книги, видатного спеціаліста в певній сфері, відомого корпоративного лідера. Застосування цього методу дозволяє спрогнозувати рішення, використовуючи стиль та ідеї відомих особистостей.
«Сесія питань»	Мозковий штурм, мінімум критики, максимум свободи думки. Представляє собою обговорення низки попередньо сформульованих питань у форматі мозкового штурму (брейнстормінгу) з повною свободою висловлювань думок без обтяження критикою.
«Символ»	Представлення проблеми чи питання певним символом, який максимально відповідає цій проблемі; кожний елемент символу може бути відповіддю на питання. Керівник формулює проблему та пропонує групі працівників придумати аналогію у вигляді певного символу, який би максимально відповідав висунутій проблемі по суті та характеру. За складеним списком атрибутів даного символу група продумує способи їх застосування для вирішення проблеми.
«Виклик»	Керівник формує уявну проблему, а персонал повинен вирішити її без будь-якої допомоги. Керівник кидає виклик підлеглим, впливаючи на їх підсвідоме бажання довести свою спроможність самостійно вирішувати проблеми та приймати рішення.
«Метод SCAMPER» (Substitute, Combine, Modify/ Magnify, Put to Other Uses, Eliminate, Rearrange)	Вирішення проблеми шляхом заміни, комбінації, адаптації, модифікації, застосування, ліквідації, створення протилежності. Назва методу включає перші букви дій, які потрібно зробити персоналу над продуктом, послугою чи явищем в організації. Виявляється безліч несподіваних ідей для існуючих та нових продуктів чи послуг.
«Метод провокацій»	Пошук вигоди від незвичайних, навіть безглузвих ідей. Цей метод сприяє генеруванню серед персоналу ідей, які виходять за межі стандартних моделей мислення і особливо корисний, коли підприємство хоче створити абсолютно новий товар, розпочати новий бізнес.
«Рефреймінг»	Використовується для вирішення важливих бізнес-проблем. Найбільш поширеною формою рефреймінгу є оцінка працівниками проблеми з точки зору людей різних професій. Керівник доручає підлеглим грати різні ролі при критичній оцінці різних складових продукту чи послуги підприємства та вислуховує їх думку, фіксує нові ідеї.
«Метод інверсії»	Пошук раціональних рішень проблеми при аналізі протилежного завдання. Керівник ставить перед підлеглими завдання, протилежне тому, яке він хоче вирішити. В результаті можна отримати перелік дій та рішень, які не допустимі для даного продукту чи послуги і використати ці знання для їх покращення.

Сфері найму персоналу притаманна поява інновацій, а саме нових методів управління. Вони включають в себе такі нові групи, як: методи гуманізації, емоційно-естетичного тла, а також класичні методи професійно відбору.

Трансформації, що відбуваються в транспортній галузі вимагають своєчасного виявлення можливих інноваційних проблемних ситуацій у поєднанні з проблемами управління персоналом. Серед проблем, які виникають у цьому зв'язку, виділяють суперечності [10] між науково-технічним рівнем транспортних послуг і сформованим рівнем кваліфікації кадрів, між здатністю навчальних закладів з підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації та необхідною кваліфікацією персоналу, між якісно новими завданнями розвитку працівників та недостатнім рівнем підготовки служби управління персоналом до цієї роботи, між рівнем мотивації і кваліфікації працівників, між елітними кадрами і основною масою персоналу компанії, між існуючою організаційною структурою і реалізованою кадровою стратегією та ін.

Незважаючи на різноманітність інноваційних методів в управлінні персоналом, всі вони спрямовані на перетворення знань на виробничі, управлінські та соціальні технології, які підвищують конкурентоспроможність підприємства.

Висновки. Використання різноманіття методів управління персоналом та активізації їх інноваційного потенціалу дає значні результати. Проте виникає низка нових управлінських проблем, оскільки не існує стандартних схем дій в різних ситуаціях та конкретної прив'язки кожного методу до ситуативних завдань. Висококваліфікований управлінець повинен вміти обирати саме ті методи, які будуть найбільш продуктивними в певному середовищі і для конкретних працівників. Окрім цього, кінцевий результат в значній мірі залежить від того, наскільки керівник зумів розпізнати явні та приховані здібності своїх працівників і дав можливість кожному з них брати участь в інноваційній діяльності. Таким чином, грамотне розроблення та впровадження інновацій в управління персоналом транспортних підприємств дозволить підвищити ефективність роботи як працівника, так і підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смокотнин А. На шаг впереди! Решения и инновации для эффективного управления логистикой и складом. Выбор лучших рыночных предложений. Минимизация затрат и эффективность [Електронний ресурс] / А. Смокотнин // Бизнес Саммит. – 2016. – Режим доступу: http://www.summitbiz.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=90:logistics-innovation-for.
2. Розметова О. Г. Інноваційні методи управління персоналом як фактор підвищення конкурентоспроможності підприємств індустрії гостинності [Електронний ресурс] / О. Г. Розметова // Ефективна економіка. – 2014. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1916>.
3. Булгакова А. К. сучасні методи управління персоналом на підприємствах готельного господарства / А. К. Булгакова. // Комунальне господарство міст. – 2011. – №102. – С. 494-498.
4. Браймер Р. Основы управления в индустрии гостеприимства / Р. Браймер. – М., 1995. – 384 с.
5. Тренинговый центр «Фактор Роста» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://piter-trening.ru>. 5
6. Григор'єва Л. В. Аспекти застосування на підприємстві інноваційних технологій в управлінні персоналом при наданні послуг з переробки давальницької сировини / Л. В. Григор'єва. // Вісник нац. університету "Львівська політехніка". – 2013. – №769. – С. 244-251.

-
7. Developing and Managing Hotel Staff For Increased Productivity and Superior Guest Experiences [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.best-in-class.com/bestp/domrep.nsf/products/developing-and-managing-hotel-staff-for-increased-productivity-and-superior-guest-experiences>.
 8. Пархоменко-Куцевіл О. І. Теоретико-методологічні засади впровадження інноваційних методів управління персоналом державної служби України [Електронний ресурс] / О. І. Пархоменко-Куцевіл // Харківський регіональний інститут державного управління. – 2010. – Режим доступу: http://www.nbuu.gov.ua/old_jrn/e-journals/DeBu/2010-1/index.html.
 9. Пучкова С. І. Інновації у практиці управління персоналом на сучасних підприємствах / С. І. Пучкова // Вісник соціально-економічних досліджень: зб. наук. пр. / ред. М. І. Зверяков; Одеський держ. екон. ун-т. – Одеса, 2008. – Вип. 34. – С. 140-147.
 10. Лапін О. Інноваційні підходи до управління кадровим потенціалом / О. Лапін, А. Щелкунова. // Науковий вісник Одеського національного економічного університету. – 2016. – №2. – С. 114-127.

Власова В.П., Педоренко О.С.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ПЕРСОНАЛОМ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ

В статье рассмотрены базовые и инновационные методы в управлении персоналом транспортных предприятий. Отмечена важность поиска инновационных методов управления персоналом транспортных предприятий в современных условиях. Предложен ряд методов активизации творческой деятельности и поиска инновационных идей среди персонала.

Ключевые слова: персонал, инновационные методы управления персоналом транспортных предприятий, проблемы управления персоналом.

Vlasova V., Pedorenko O.

INNOVATIVE METHODS IN MANAGEMENT PERSONNEL TRANSPORT COMPANIES

The article considers the basic and latest techniques in the management staff of transport companies. Determined the importance of the introduction of innovative methods of personnel management of transport enterprises in modern economic conditions. A number of methods of enhancing creativity and innovative ideas among staff.

Keywords: personnel, innovative methods of personnel management of transport enterprises, problems of personnel management.

Гаценко Л.В.

РИНОК ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ УКРАЇНИ: ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ ФОРМУВАННЯ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У статті здійснено аналіз історичного аспекту формування та сучасного стану ринку перевезень водним транспортом України. Також визначено негативні чинники, які нині заважають розвитку ресурсного потенціалу річкового транспорту країни; систематизовано першочергові завдання воднотранспортної сфери з метою підвищення її конкурентоспроможності на ринку перевезень.

Ключові слова: *ринку перевезень, судноплавна компанія, річковий транспорт, внутрішній водний транспорт, обсяги перевезень, перспективи розвитку.*

Постановка проблеми. У багатьох країнах світу річковий транспорт відіграє відчутну роль в економічній діяльності держав, а також у повсякденному житті громадян, задовольняючи потреби у перевезенні вантажів і пасажирів у більш екологічній та значно економічніший спосіб порівняно з іншими видами транспорту. За показниками енерговитрат річковий транспорт упр'ятеро ефективніший залізничного транспорту та удесятеро – автомобільного, при цьому забезпечує найнижчу собівартість вантажних перевезень у перерахунку на одну умовну тонну вантажу, що обумовлює перспективність його розвитку і потенційну можливість суттєво наростити своє представництво на ринку вантажних і пасажирських перевезень України [16].

Зважаючи на вищезазначене, нині є актуальним питання щодо розвитку конкурентоспроможної транспортної системи, зокрема внутрішнього водного транспорту, оскільки його основними перевагами є економічність, екологічність та енергозбереженість. Отже, є необхідність розглянути сучасний стан, проблемні питання та перспективи розвитку ринку перевезень водним транспортом України, при цьому також висвітлити питання історичних аспектів його формування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання сучасного стану та перспектив розвитку ринку перевезень водним транспортом України активно вивчали такі вітчизняні науковці, як: Боняр С.М., Гладка І.В., Горошко К.О., Коба В.Г., Коба О.В., Мельник О.В., Наумов В.Б., Новікова А.М., Шкляр В.В. тощо.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Вивчення й аналіз наявних наукових джерел дає можливість стверджувати, що нині поза увагою вчених є питання щодо узагальнення негативних чинників, які заважають розвитку ресурсного потенціалу річкового транспорту України, та визначення першочергових завдань воднотранспортної сфери з метою підвищення конкурентоспроможності на ринку перевезень.

Мета статті. Головна мета статті полягає у ґрунтовному аналізі стану сучасного ринку перевезень водним транспортом України, визначенні проблем та перспектив його розвитку.

Виклад основного матеріалу. Річковий транспорт в Україні має давню історію. Це, по-перше, судноплавний Дніпро, який був у свій час найпрактичнішою південною частиною важливого шляху «із варяг у греки», «варязький шлях», що з'єднував Скандинавію з такими розвиненими у свій час країнами, як Стародавня Греція та Візантія. Цей шлях був головним для розвитку Київської Русі, зокрема для зміцнення її торгових, культурних і релігійних зв'язків. Шлях проходив річками, судна переміщувалися сушею волоком. На півночі він починався з Варязького (Балтійського) моря і далі йшов Невою через Ладозьке озеро, його

притокою р. Волхов, Ільменським озером, його притокою р. Ловать аж до першого 30-кілометрового волоку між нею і притокою Двіни р. Усв'ятою. Далі шлях продовжувався Двіною та Каспі, між якою і верхів'ям Дніпра судна перетягували сушею на відстані 80 км, і далі шлях прямував вже Дніпром до Руського (Чорного) моря.

Напади кочовиків на судна у степових районах і занепад Візантії призвели до того, що цей шлях з часом втратив своє колишнє значення. Після того як Північне Придніпров'я відійшло до Литви (XVI–XVIII ст.), частина дніпровського шляху служила для внутрішніх водних зв'язків, зокрема для перевезення лісу. Нижню частину Дніпра широко використовували запорожці для військових і господарських потреб.

Після будівництва в середині 30-х років Дніпрогесу і затоплення Дніпровських порогів встановилося наскрізне судноплавство на Дніпрі.

XVIII – перша половина XIX ст. – період інтенсивного будівництва каналів у Європі з метою створення транспортних зв'язків між окремими річковими системами. У межах України в той час споруджуються канали для з'єднання басейну Дніпра з басейнами Німану, Вісли і Західної Двіни, тобто чорноморської транспортної артерії – Дніпра – з великими судноплавними річками, що впадають у Балтійське море, через їх верхів'я (чи притоку). У 1768 р. завершено будівництво Огінського каналу, який з'єднав притоку Німану р. Шару з притокою Прип'яті Ясельдою. Споруджено також і Березинський канал, який з'єднав невеликим судноплавним каналом притоку Дніпра Березину із Західною Двіною. У 1775 р. завершено прокладання Дніпровсько-Бузького (Королівського) каналу, який з'єднав притоку Західного Бугу р. Муховець (басейн Балтійського моря) з притокою Прип'яті р. Пиною (басейн Чорного моря). Перші два канали функціонували недовго. Протяжну трасу Дніпровсько-Бузького каналу (приблизно від Бреста до Кобрини) на початку другої половини XIX ст. було реконструйовано. Цей канал функціонує та використовується (щоправда, обмежено) для зв'язків з Польщею [6].

Сьогодні ресурсний потенціал річкового транспорту України умовно можна поділити на внутрішні водні шляхи (ВВШ) – судноплавні річки, водосховища, гідротехнічні споруди обладнання, інші технічні об'єкти у стані, що відповідають технічним та експлуатаційним стандартам; річковий флот – вантажні, пасажирські судна різного типу, технічний та спеціалізований флот; об'єкти інфраструктури з обслуговування – річкові порти, причали, обладнані засобами механізації, та судноремонтні заводи; система навігації та контролю за дотриманням умов безпеки судноплавства; інша річкова інфраструктура – органи державного управління, наукові установи та навчальні заклади тощо.

Україна володіє достатньо високим судноплавним потенціалом річок. За радянських часів в Україні довжина всіх річок протяжністю 10 км і більше дорівнювала 90,4 тис. км, у тому числі судноплавних водних шляхів – понад 4 тис. км. Традиційними у використанні завжди були судноплавні шляхи Дніпра – 1205 км та його приток (Десни – 520 км і Прип'яті – 60 км), а також Дунаю – 160 км, Бугу – 155 км, та інших малих річок [2]. По Дніпру та його найбільших притоках Десні та Прип'яті здійснюється до 90 % загального обсягу перевезень річковим транспортом. Решта 10 % припадає на Дунай та інші ріки (Десна, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець, Інгулець, Ворскла тощо).

Показники, що характеризують стан та ефективність використання ресурсного судноплавного потенціалу річок України, тривалий період мають негативну динаміку, що відображено в таблиці 1.

Згідно з даними таблиці 1 експлуатаційна довжина річкових судноплавних шляхів загального користування тенденційно скорочується в середньому в рік від 0,3 до 3,1 %, за винятком 2014 року, коли цей показник зменшився на 24 % порівняно з 2013 роком. При порівнянні показників у 2005 та 2015 роках з'ясувалося, що загальна довжина річкових судноплавних шляхів зменшилася на 0,6 тис. км (з 2,2 тис. км до 1,6 тис. км), що становить 28,6%, тобто в 1,4 раза.

**Експлуатаційна довжина річкових судноплавних шляхів
загального користування (2005-2015 рр.)**

Рік	Довжина шляхів, км	Зменшено порівняно з попереднім роком, %	Збільшено порівняно з попереднім роком, %
2005	2191,2	–	–
2006	2151,7	1,8	–
2007	2175,7	–	1,1
2008	2165,8	0,5	–
2009	2150,2	0,7	–
2010	2184,7	–	1,6
2011	2144,7	1,9	–
2012	2125,7	0,9	–
2013	2120,7	0,3	–
2014*	1613,1	24	–
2015*	1562,6	3,1	–

*Примітка: без урахування тимчасово окупованої Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції
Джерело: сформовано автором згідно з даними [4]

Внутрішні водні шляхи українських річок за показником гарантованих глибин не повністю відповідають вимогам щодо безпеки судноплавства, лише трохи більше половини шляхів (57 %) мають гарантовані глибини. Для відновлення комерційного судноплавства необхідним є проведення днопоглиблювальних робіт на Дніпродзержинському перекаці та ділянці від Миколаєва до Вознесенська на р. Дніпро, а також на р. Південний Буг, де глибина річки сягає всього 1,6 м при необхідному мінімумі в 2,9 м.

Вперше за 20 років увага Міністерства інфраструктури України нині спрямована на поглиблення дна річок і приведення річкових шляхів у стан, придатний для повноцінного функціонування [12]. Заплановане поглиблення дна Дніпра було ще на літо 2015 року, проте здійснюватися роботи будуть із затримкою майже на рік. Щоб прискорити старт робіт з днопоглиблення Дніпра, у 2015 році компанія «Нібулон» витратила близько 8 млн. грн. на створення проекту днопоглиблення і безкоштовно передала документацію держпідприємству «Укрводшлях». Відповідно до проекту, поглиблення дна буде виконано на ділянці суднового ходу річки Дніпро від Горішніх Плавнів (Полтавська обл.) до Кам'янського (Дніпропетровська обл.). Також компанія «Нібулон» зараз проводить днопоглиблення Південного Бугу за власний рахунок. Вартість проектів днопоглиблення складає близько 2,5 млн. дол. для Дніпра та близько 10 млн. дол. для Південного Бугу одноразово.

Необхідно звернути увагу ще на одну важливу проблему водотранспортної галузі – незадовільний технічний стан шлюзів, що добігають граничного терміну експлуатації – 70 років. Внаслідок тривалого недофінансування утримання судноплавних шлюзів р. Дніпро, яке за останні роки не перевищувало 50 % від необхідної потреби, виникла ситуація, що несе реальну загрозу виникнення техногенної катастрофи. Фактичний термін експлуатації водосховищ коливається від 27 років (Дністровське) до 67 років (Дніпровське). За показником рівня експлуатації корисної площі водосховищ найбільш ефективно експлуатуються Кременчуцьке (65,9 %) та Дністровське – (66,7 %) водосховища. Решта водосховищ експлуатуються на третину (Каховське – 37,4 %; Київське – 32,2 %; Дніпровське – 30 %) і менше (Дніпродзержинське – 12,5 %, Канівське – 11,5 %) [3].

Наявний потенціал річкового флоту зменшується через наближення значної його частки до критичного терміну експлуатації. За даними Державної служби статистики [4] сьогодні малотоннажних суден торгового річкового флоту, які можуть використовуватись для

внутрішніх водних перевезень, залишилось 635 одиниць, що становить близько 22% від тієї кількості, яка використовувалась у 1990 році. Зношеність основних фондів ВВТ України, за даними Держстату, становить 75,4 %. Такий стан справ обумовлений хронічним (більше ніж 20 років) недофінансуванням державних компаній та недостатніми інвестиціями від приватних інвесторів. Кількість технічно застарілих суден складає 81,9%.

Інфраструктура річкових причалів (вокзалів) не відповідає сучасним міжнародним технічним характеристикам та стандартам і використовується лише на 5–10 % від своєї пропускної спроможності. Переважна більшість річкових портів заснована за радянських часів. Основні річкові порти в містах Херсон, Запоріжжя, Дніпро, Нікополь, Миколаїв, а також Київський портопункт входять до складу АСК «Укррічфлот». Незважаючи на те, що компанія також володіє потужною судноремонтною базою (у м. Херсон – «Херсонський суднобудівний судноремонтний завод ім. Комінтерну»; у м. Запоріжжя – «Запорізький річковий порт»; у м. Вилкове Одеської області – «Вилківська ремонтно-експлуатаційна база флоту»; у м. Дніпро – «Дніпропетровський річковий порт»), крім того ПрАТ «Українське Дунайське пароплавство» володіє Кілійським суднобудівельно-судноремонтним заводом, а також навчальним центром у м. Ізмаїлі, стан річкового флоту України та портового обладнання погіршується і потребує модернізації [16].

Загалом щорічно річковий комерційний флот України здатний перевозити 10–12 млн. тонн вантажів, з яких: насипних – понад 9 млн. тонн (будівельні, зерно, вугілля, руда), тарно-штучних – 1 млн. тонн (метал, ліс, добрива), а також до 100 тис TEU контейнерів. Проте, порівняно з іншими європейськими країнами, де вантажопотік по річках Одер, Вісла і Рейн складає близько 450 млн. тонн, а по річці Дунай – 80 млн. тонн, можна вважати, що величезний потенціал р. Дніпро майже не використовується, оскільки порівняно із 1990 р. (в якому обсяги перевезень річковим транспортом становили 66,0 млн. тонн), у 2013 р. обсяги перевезень вантажів скоротилися у 23,6 разів і становили 2,8 млн. тонн [17].

У сфері річкових перевезень майже немає конкуренції. Більшість суден розподілені між обмеженою кількістю компаній, що, у свою чергу, не найкращим чином впливає на вартість послуг перевезення вантажів річковим транспортом. З іншого боку, обсяги перевезень щорічно збільшуються, і потужностей «Укрзалізниці», за оцінками експертів, може не вистачити для покриття всіх потреб.

Нині перевезення річковими магістралями в помітних обсягах здійснюють лише кілька компаній. Насамперед, це приватне підприємство АСК «Укррічфлот» [13], у власності якого знаходиться більшість суден. Підприємство декларує наявність близько 100 суден різних типів, а також власних портів та інших елементів портової інфраструктури.

Другий важливий учасник ринку – агрокорпорація «Нібулон» [11]. Компанія володіє приватним флотом і приватними річковими терміналами. Логістичний сектор компанії в частині водного транспорту складає 31 несамохідне судно, 12 буксирів та інші елементи інфраструктури. За допомогою власного вантажного флоту компанія вже перевезла внутрішніми водними шляхами майже 1,6 млн. тонн сільгосппродукції, що складає близько третини всіх внутрішніх водних вантажоперевезень у 2015 році. Компанія здійснює перевезення Дніпром і Південним Бугом.

Сьогодні на водні перевезення припадає всього 5% від обсягів експортних перевезень зернових і олійних культур. В перспективі ця цифра може зрости до 20–35%. При цьому незадовільний стан водних шляхів експерти Світового банку називають однією з 5 причин, чому витрати на логістику аргументу продукції в Україні більші на 40%, ніж в інших європейських країнах. Олексій Вадатурський, генеральний директор компанії «Нібулон», переконаний, що в Україні річкова логістика є неконкурентною щодо залізниці. У своїх промовах він додає, що на даний момент внутрішні перевезення водними шляхами України становлять близько 2 млн. тонн вантажів на рік, у планах – 3 млн. тонн на рік [3].

Згідно із статистичними даними [4], наведеними в табл. 2, загострюється кризовий стан на ринку річкових перевезень в Україні. Так, загальні обсяги вантажних перевезень скоротилися протягом 2005–2015 року на 9713 тис. тонн, що становить 75,5%, тобто у 4 рази.

Таблиця 2

Перевезення вантажів річковим транспортом України (2005-2015 рр.)

Рік	Обсяги перевезень, тис. тонн	Зменшено порівняно з попереднім роком, %	Збільшено порівняно з попереднім роком, %
2005	12868,6	–	–
2006	14297,1	–	11,1
2007	15120,6	–	5,8
2008	11293,5	25,3	–
2009	5145,5	54,4	–
2010	6989,5	–	35,8
2011	5720,9	18,2	–
2012	4294,7	25	–
2013	2840,5	34	–
2014*	3144,8	–	10,7
2015*	3155,5	–	0,3

* Примітка: без урахування тимчасово окупованої Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції

Джерело: сформовано автором згідно з даними [4]

Згідно з даними [4], наведеними в таблиці 3, допоміжні транспортні послуги річкових портів та причалів з обробки вантажів за період 2005–2015 років скоротилися у 2,7 рази (табл. 2). При цьому слід зауважити, що в 2 рази знизилися обсяги саме імпорتنних вантажів, у 7,1 рази – транзитних, у 4,8 рази – внутрішнього сполучення; лише обсяги експортних перероблених вантажів зросли в 1,1 рази.

Таблиця 3

Допоміжні транспортні послуги річкових портів та причалів з обробки вантажів (2005-2015 рр.)

Рік	Перероблено вантажів, тис. тонн					
	Всього	% до попер.року	Експортних	Імпорتنних	Транзитних	Внутрішнього сполучення
2005	13126,5	–	2075,6	708,4	56,7	10285,8
2006	16876,7	128,6	2373,6	875,4	88,8	13538,9
2007	18542,7	109,9	2659,1	94,5	179,3	14758,8
2008	14521,8	78,3	2071,8	989,7	191,0	11269,3
2009	4762,3	32,8	1403,0	196,1	146,7	3016,5
2010	6212,4	130,4	1347,7	288,9	10,8	4565,0
2011	6595,0	106,2	1102,5	274,8	17,2	5200,5
2012	6674,5	101,2	1408,9	355,2	2,1	4908,3
2013	4112,2	61,6	1263,2	406,3	1,4	2441,3
2014*	5129,7	124,7	2235,0	317,9	13,2	2563,6
2015*	4804,0	98,5	2328,2	355,6	7,9	2112,3

*Примітка: без урахування тимчасово окупованої Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції

Джерело: сформовано автором згідно з даними [4]

Як свідчать статистичні дані таблиці 4, річкові пасажирські перевезення у внутрішньому сполученні, що складала завжди переважну частку (понад 98 %), скоротилася у 4 рази (з 2247,6 тис. пас. до 550,8 тис. пас.).

Таблиця 4

Перевезення пасажирів річковим транспортом України (2005-2015 рр.)

Рік	Кількість пасажирів, тис.	Зменшено порівняно з попереднім роком, %
2005	2247,6	–
2006	2021,9	10
2007	1851,6	8,4
2008	1551,8	16,2
2009	1511,6	2,6
2010	985,2	34,8
2011	962,8	2,3
2012	722,7	25
2013	631,1	12,7
2014*	565,1	10,5
2015*	550,8	2,5

* Примітка: без урахування тимчасово окупованої Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції

Джерело: сформовано автором згідно з даними [4]

Дані таблиць свідчать не лише про скорочення попиту на ринку вантажних та пасажирських перевезень протягом тривалого періоду часу, а й про зменшення пропозиції на них, оскільки після реалізації на початку 90-х років плану приватизації держава втратила реальний інтерес до вказаного виду транспорту, розвиток сфери залишився некерованим при майже повній відсутності державного управління та неефективності заходів державного регулювання. Скорочення вітчизняного річкового флоту, технічне і моральне старіння суден, незадовільний стан інфраструктури, зокрема наближення до аварійного стану значної кількості гідротехнічних споруд, відсутність коштів для державного фінансування розвитку річкової інфраструктури та недостатня зацікавленість приватних інвесторів брати участь у її розбудові створюють загрозу подальшого занепаду річкового транспорту в Україні [16].

Проаналізувавши статистичні показники та інформаційні матеріали щодо стану ринку перевезень водним транспортом України, можна узагальнити негативні чинники, які сьогодні заважають розвитку ресурсного потенціалу річкового транспорту України [3, 7, 8, 10]:

- 1) скорочення капітальних інвестицій у сферу водного транспорту, що при високому рівні зносу основних фондів річкового транспорту дестабілізує роботу підприємств на ринку річкових перевезень;
- 2) брак коштів, необхідних для утримання, обслуговування та модернізації водних шляхів, що не дозволяє утримувати їх в належному експлуатаційному стані та створює загрозу екологічної катастрофи;
- 3) недофінансування технічного обслуговування основних судноплавних маршрутів та гідротехнічних споруд, що спричиняє згортання обсягів проведення днопоглиблювальних робіт;
- 4) недостатнє використання існуючої пропускної спроможності внутрішніх водних шляхів, зокрема, через неефективний механізм управління воднотранспортною сферою, що зменшує використання ресурсного потенціалу річкового транспорту та призводить до руйнування транспортної інфраструктури і занепаду прибережних територій;
- 5) немає базового законодавства щодо розвитку річкового транспорту (єдиним сучасним правовим актом на рівні закону, який регулює питання річкових портів, є Закон України «Про транспорт», також у сфері керуються «Статутом внутрішнього водного транспорту СРСР» 1963 року та деякими сучаснішими підзаконними актами) та застаріла ідеологія державного

регулювання транспортних перевезень внутрішніми водними шляхами, що гальмує процес реформування галузі та відродження річкового судноплавства;

6) стратегічні документи щодо розвитку воднотранспортної сфери, спрямовані на забезпечення ефективного розвитку судноплавних компаній, інфраструктури внутрішніх водних шляхів України, зокрема портової інфраструктури, терміналів, шлюзів, каналів, інших гідротехнічних споруд та прилеглих земель тощо на стадії обговорення, зокрема **Проект «Закону про внутрішній водний транспорт»** [15] проходить доопрацювання та погодження, при цьому експерти та зацікавлені учасники вбачають у пропозиціях законопроекту конфлікт інтересів держави та перевізників щодо утримання інфраструктури водних шляхів;

7) немає Міжнародного реєстру суден України, що гальмує створення комфортних умов для заохочення судновласників реєструвати судна під українським прапором, що, у свою чергу, не дозволяє Україні повною мірою реалізувати потенціал держави щодо ефективного розвитку вітчизняного суднобудування;

8) портова інфраструктура знаходиться у занепаді, зокрема, вона не має достатнього рівня автоматизації, що є суттєвими перепонами на шляху до залучення інвесторів зі своїми експортно-імпортними вантажами;

9) неврегульованість відносин між власниками приватних річкових портів та органами державної влади щодо встановлення зборів і плат, зокрема за користування гідротехнічними спорудами загального користування, утримання акваторії портів, лоцманське проведення суден, а також немає спеціальних механізмів регулювання діяльності зацікавлених сторін шляхом визначення чітких функцій та відповідальності цих сторін, що призводить до не виправданих додаткових витрат як держави, так і суб'єктів господарювання, створює умови для зловживань;

10) загострення конкуренції на фрахтовому ринку р. Дунай в умовах скорочення вантажної бази у поєднанні з високими ставками по кредитах та обтяжливими податками на українські судноплавні компанії, що вищі, ніж стягуються з судновласників в інших країнах, призводить до скорочення річкового флоту, його фізичного та морального зносу;

11) намагання реєструвати придатні для експлуатації судна під більш зручним прапором, ніж український;

12) немає ефективної системи фінансування утримання та експлуатації шлюзів Дніпровського каскаду з урахуванням обмежених можливостей державного бюджету України та за умови нефінансування з боку енергогенеруючої компанії, а також чіткого державного контролю за цільовим використанням коштів;

13) несправедлива конкуренція з боку автомобільного і залізничного транспорту, яка виникла внаслідок переключення підприємців на перевезення дрібних партій вантажів власним або найманим автомобільним транспортом, а великих партій вантажів – на залізничний транспорт у зв'язку із встановленням на залізничні вантажні перевезення занижених регульованих тарифів під тиском великих виробників металургійної та хімічної продукції та відставанням їх індексацій від темпу зростання цін;

14) недостатній рівень безпеки судноплавства на Дніпрі, Південному Бузі та Дунаї, що обумовлює зростання ризику виникнення аварійних ситуацій з незворотними наслідками.

Нині, на нашу думку, для відродження в Україні судноплавства внутрішніми водними шляхами, підвищення ефективності використання потенціалу річкового транспорту як альтернативного екологічного виду перевезень, впровадження європейських норм і стандартів щодо функціонування та розвитку річкового транспорту загалом, а ринку перевезень водним транспортом України зокрема, першочерговими є такі завдання [3, 14, 16]:

1) розроблення та затвердження науково обґрунтованої Стратегії розвитку річкового транспорту в Україні на період до 2025 р., яка забезпечить комплексний підхід до розвитку ВВТ та підвищення ефективності його функціонування в подальшому, сприятиме відкриттю внутрішніх водних шляхів України для проходу суден під прапорами іноземних держав,

оновлення і модернізацію технічного, вантажного і пасажирського національного річкового флоту, розвиток річкової інфраструктури, забезпечення безпеки судноплавства тощо;

2) гарантування безпечної експлуатації внутрішніх водних шляхів та судноплавних шлюзів України, зокрема можливо реалізувати ці наміри в Програмі забезпечення безпечної експлуатації внутрішніх водних шляхів та судноплавних шлюзів України до 2025 р., метою якої стане забезпечення стабільного функціонування об'єктів воднотранспортної інфраструктури, що утворюють єдину систему управління безпекою судноплавства на внутрішніх водних шляхах;

3) розроблення та внесення на погодження КМУ проекту Закону України «Про Міжнародний реєстр суден України», який стане інструментом повернення українського флоту під український прапор та створить умови для відновлення вітчизняного суднобудування;

4) прийняття інших законів і підзаконних актів, в яких будуть прописані прозорі механізми регулювання діяльності в цій сфері;

5) встановлення прийнятних ставок оподаткування доходів від експлуатації суден;

6) запровадження ефективних механізмів для залучення інвестицій у розвиток річкових портів та терміналів, зокрема потрібно визначити юридичні права суб'єктів господарювання для участі у будівництві та використанні річкових причалів, шлюзів, проведенні днопоглиблювальних робіт, механізми компенсації інвесторам витрат, залучення коштів державного та місцевих бюджетів для будівництва і реконструкції об'єктів ВВТ;

7) впровадження стандартів ЄС у сферу внутрішнього водного транспорту України;

8) розроблення плану входження українських внутрішніх водних шляхів, зокрема ділянок річок Дніпро і Дунай, в систему транс'європейської транспортної мережі TEN-T та розширення мережі мультимодальних перевезень суднами типу «ріка-море»;

9) відродження судноплавства по інших річках, у тому числі малих, приєднання до зовнішніх шляхів річкового сполучення, зокрема до водного маршруту Е-40;

10) виведення з експлуатації фізично й морально застарілих судна та поповнення флоту суднами нових типів із залученням вітчизняних та зарубіжних виробничих потужностей;

11) застосування для розвитку річкового транспорту саме великовантажних суден у внутрішніх перевезеннях масових вантажів, розширення перевезення в ліхтеровозах;

12) збільшення частки вантажів у пакетованому вигляді, контейнерах;

13) розширення обсягів перевезень буксирного флоту вантажопідйомністю 3900 т і більше;

14) пом'якшення чинників сезонної нерівномірності перевезень за рахунок продовження експлуатаційного періоду та організації цілорічної навігації на окремих ділянках;

15) оснащення портів високопродуктивними перевантажувальними комплексами для навалочних вантажів, а також засобами малої механізації, що дасть змогу скоротити простоювання суден, вагонів та автомобілів для обробки, розвинути відомчі причали, оснастити їх сучасною перевантажувальною технікою;

16) проведення реконструювання суднопіднімальних споруд Запорізького та Херсонського судноремонтно-суднобудівного заводів, окремих об'єктів на Київському судноремонтно-суднобудівному заводі, Чернігівській і Дніпропетровській ремонтно-експлуатаційних базах флоту, трикамерному судноплавному шлюзі в Запоріжжі тощо.

Виконання вищезазначених завдань дозволить підвищити конкурентоспроможність внутрішнього водного транспорту (ВВТ) та національної транспортної системи України в цілому.

Висновки і пропозиції. Отже, проведений у статті аналіз дав змогу охарактеризувати сучасний стан та проблеми на шляху розвитку ринку перевезень водним транспортом України; визначити пріоритетні завдання воднотранспортної сфери на найближчий час. У подальшому слід здійснити розроблення конкретних механізмів реалізації завдань розвитку ринку перевезень водним транспортом України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боняр С.М. Валявська Н.О. Зацікавленість підприємств у підвищенні конкурентоспроможності внутрішніх водних шляхів України. // Водний транспорт: збірник наукових праць Київської державної академії водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного. – К.: КДАВТ, 2015. – № 2 (23). – С. 97–103 [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: www.irbis-nbu.gov.ua
2. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <https://www.google.com.ua/>
3. Внутрішній водний транспорт України: проблеми і перспективи розвитку // Провсе. Перша незалежна тернопільська газета, 17.06.2016. [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://provse.te.ua/2016/06/vnutrishnij-vodnyj-transport-ukrajiny-problemy-i-perspektyvy-rozvytku/>
4. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://www.ukrstat.gov.ua>
5. Закон України «Про транспорт» [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/232/94-вр>
6. Інформаційно-довідковий сайт «Україна» / Транспорт. Морський і річковий транспорт. України [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: http://proukraine.net.ua/transport/water_transport/water_transport.htm
7. Коба В. Г., Коба О. В., Боняр С. М. Розвиток ринку перевезень водним транспортом України в умовах економічної кризи [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: www.nbu.gov.ua
8. Коба В. Г., Гладка І. В. Стан ринку перевезень водним транспортом України та шляхи його стабілізації [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: www.irbis-nbu.gov.ua
9. Мельник О. В. Внутрішній водний транспорт у світовій системі перевезень. // Водний транспорт: збірник наукових праць Київської державної академії водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного. – К.: КДАВТ, 2015. – № 2 (23). – С.141–147. [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: www.irbis-nbu.gov.ua
10. Національний інститут стратегічних досліджень. Розвиток річкового транспорту у контексті реалізації євроінтеграційних планів України. Аналітична записка [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://www.niss.gov.ua/articles/1763/>
11. Офіційний сайт товариства з обмеженою відповідальністю сільськогосподарського підприємства «Нібулон». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nibulon.com/>.
12. Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://mtu.gov.ua>
13. Офіційний сайт Укрічфлоту [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://ukrrichflot.ua>
14. Проект Державної програми розвитку внутрішнього водного транспорту на 2013-2021 роки [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://www.kmu.gov.ua/>
15. Проект закону України «Про внутрішній водний транспорт» [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://mtu.gov.ua/news/315.html>
16. Розвиток річкового транспорту у контексті реалізації планів України. Аналітична записка <http://www.niss.gov.ua/articles/1763/>
17. Стратегічний план розвитку річкового транспорту на період до 2020 року. Проект [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://mtu.gov.ua/projects/40/>
18. Шкляр В. В. Перспективи розвитку транспортної галузі в умовах глобалізації. // Водний транспорт: збірник наукових праць Київської державної академії водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного. – К.: КДАВТ, 2015. – №2 (23). – С.164–169. [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: www.irbis-nbu.gov.ua

Гаценко Л.В.

РЫНОК ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ УКРАИНЫ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ФОРМИРОВАНИЯ, НЫНЕШНЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В статье осуществлен анализ исторического аспекта формирования и нынешнего состояния рынка перевозок водным транспортом Украины. Также определены негативные факторы, которые в настоящее время препятствуют развитию ресурсного потенциала речного транспорта страны; систематизованы первоочередные задания воднотранспортной сферы с целью повышения ее конкурентоспособности на рынке перевозок.

Ключевые слова: рынок перевозок, судоходная компания, речной транспорт, внутренний водный транспорт, объемы перевозок, перспективы развития.

Gatsenko L.

THE MARKET OF SHIPPING BY WATER TRANSPORT OF UKRAINE: HISTORICAL ASPECT OF FORMATION, CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

The article presents the analysis of historical aspect of the formation and current condition of the market of water transport of Ukraine. Besides, negative factors that currently hinder the development of the resource potential of river transport in the country has been identified; operational priorities of water transport industries to improve its competitiveness in the transport market has been systematized.

Keywords: transport market, shipping company, river transport, inland water transport, the volume of traffic, prospects of development.

Майборода А.Н., Сушко В.Г., Цураніч В.В.

ОСОБЕННОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ К СТУДЕНТУ

В статье на основе известных свойств памяти человека рассмотрены особенности передачи информации от преподавателя к студенту. Анализируется роль соотношений массивов знаний преподавателя и студента, а также объемов передаваемой и воспринимаемой информации. Показано, что воспринимается лишь та часть информации, объем которой соответствует замещаемому объему знаний студента. Построена вероятностная модель изменения энтропии массива знаний. Предложены рекомендации по оптимизации учебного процесса.

Ключевые слова: информационный комплекс, информационная емкость, время хранения информации, массив знаний.

Анализ современного состояния и постановка проблемы. Подготовка специалистов морского флота в настоящее время представляет собой достаточно сложную организационно-техническую систему обучения специальности всех категорий плавсостава, связанных с технической эксплуатацией и использованием сложного оборудования современного судна. Интенсивное развитие современных технических средств судовождения и судовой энергетики предопределило значительный рост объемов информации, требуемой при подготовке соответствующих специалистов. Поэтому проблема совершенствования и интенсификации учебного процесса является актуальной и широко освещается в специальной литературе [1, 2 и др.].

В данной работе рассматривается один из элементов указанной проблемы, а именно количественная оценка оптимальных параметров процесса эффективной передачи студентам новой учебной информации.

Цель статьи. В статье предлагается разработка рекомендаций по совершенствованию учебного процесса на основе построения и анализа вероятностной модели передачи информации, использующей оценку изменения энтропии массива знаний с учётом соотношения передаваемой, воспринимаемой и замещаемой информации.

Изложение основного материала. В работах по теории информации общественных систем [3] за единицу информации принимается информационный комплекс (ИК) различного уровня сложности. Единица передачи информации – бит.

Характеристики памяти человека отражены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика памяти человека

Вид памяти	Информационная емкость		Пропускная способность		Время хранения информации	Доля сохраняемой информации, %
	бит	ИК	$\frac{\text{бит}}{\text{с}}$	$\frac{\text{ИК}}{\text{с}}$		
Непосредственная	150...160	0,16÷0,75	0,5	0,01	10...180 с	3-4
Кратковременная	-	-	0,05	0,001	24-48 час	10
Долговременная	-	-			не ограничено	40

Источник: составлено авторами согласно данным [4].

Анализ данных таблицы показывает, что при интенсивной непрерывной работе в течение 40 минут студент может выучить (поместить в кратковременную память) 24 ИК, из которых восемь могут перейти в долговременную память [2].

Преподаватель, уровень знаний которого характеризуется информационной емкостью q_p передает информацию студенту, содержание знаний которого характеризуется информационной емкостью q_s . Скорость передачи равна β , и за интервал τ времени передается информация

$$\gamma_p = \beta \cdot \tau \cdot ИК. \quad (1)$$

Студент воспринимает не всю информацию. Восприятие носит вероятностный характер и зависит от степени соответствия новой информации γ_p массиву знаний q_s . Информация эффективно воспринимается, если из массива знаний q_s под действием новой информации удаляется соответствующая ей старая информация γ_c .

При скорости α удаления информации за интервал τ времени удаляется

$$\gamma_s = \alpha \cdot \tau \cdot ИК. \quad (2)$$

Установлено, что массивы знаний преподавателя и студента связаны соотношением

$$\frac{q_p}{q_s} = \frac{\gamma_p}{\gamma_s} = Q. \quad (3)$$

Вероятность того, что удаления старой информации не произойдет, определяется выражением [5]

$$P_1 = e^{-\alpha\tau} = e^{-\gamma_s}. \quad (4)$$

Тогда вероятность удаления старой информации

$$P_2 = 1 - e^{-\gamma_c}. \quad (5)$$

При $\gamma_c = 1$, величина $P_1 \approx \gamma_s$, а $P_2 = 1 - \gamma_s$.

Поскольку восприятие новой и удаление старой информации осуществляет один и тот же механизм непосредственной памяти, математическое ожидание количества информации, воспринятой студентом на интервале τ , будет равно [5]

$$M(\gamma_p) = \gamma_p \cdot P_2 \approx \gamma_p \cdot \gamma_s, \quad (6)$$

а приращение информации в массиве q_s определяется выражением

$$\Delta\gamma_s \approx \gamma_p \cdot \gamma_s - \gamma_s = \gamma_s (\gamma_p - 1). \quad (7)$$

Под воздействием этой информации изменяется энтропия массива знаний q_s на интервале τ

$$\Delta H = -\Delta\gamma_s \cdot 1_n \frac{q_p}{q_s} = \gamma_s (1 - \gamma_p) 1_n Q = \gamma_p (1 - \gamma_s) \frac{1_n Q}{Q}. \quad (8)$$

Выражение (8) есть упрощенная модель элементарного акта движения информации от преподавателя к студенту.

Строгая модель с применением в выражении (8) представления (5) имеет вид

$$\Delta H = \lambda_p \left(1 - e^{-\gamma_s} - \frac{1}{Q} \right) 1_n Q. \quad (9)$$

Определяя экстремальные значения функции (8), соответствующие ее максимумам, получим оптимальные с точки зрения объема воспринимаемой информации значения

$$\gamma_{p_{opt}} = \frac{1}{2}, \quad Q_{opt} = e \approx 2,7.$$

Как видно, для оптимальной передачи информации нужно передавать ее дискретно в количестве, равном половине информационного комплекса (например, вначале сообщить назначение объекта, а затем принцип функционирования). Оптимальная передача обеспечивается, если используемый преподавателем массив знаний примерно втрое превышает массив знаний студента. При большей разнице студент не понимает преподавателя, а при меньшей – преподаватель не обеспечивает должного объема передаваемой информации.

Аналогичные рассуждения можно привести и при подборе учебных пособий для совершенствования профессиональных знаний. Оптимальной для изучения является книга (статья), которая понимается с третьего прочтения.

Подставив оптимальные значения $\gamma_{p_{opt}}$ и Q_{opt} в выражение (9), определим долю приобретенной информации относительно переданной при оптимальных условиях передачи

$$\left| \frac{\Delta H}{\gamma_p} \right| = \left(1 - e^{-\frac{1}{2e}} - \frac{1}{e} \right) 1_n e \approx 0,2.$$

Следовательно, для того, чтобы вся информация в количестве q_p вошла в массив знаний q_s , ее передача при самых благоприятных условиях должна быть повторена пять раз,

т.е. $\frac{\gamma_p}{\Delta H} = 5.$

С учетом срока хранения информации в кратковременной памяти интервалы между повторениями не должны превышать 24÷48 часов.

Выводы и рекомендации. Оптимальный объем воспринимаемой студентом информации соответствует передаче ее дискретно в количестве, равном половине информационного комплекса.

Оптимальная передача обеспечивается, если используемый преподавателем массив знаний примерно втрое превышает массив знаний студента. При большей разнице – студенты не понимают преподавателя, а при меньшей – преподаватель не обеспечивает должного объема передаваемой информации.

Для того чтобы вся информация вошла в массив знаний студента, ее передача при самых благоприятных условиях должна быть повторена пять раз, и интервалы между повторениями не должны превышать 24÷48 часов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григальчик Е. К., Губаревич Д. И. Обучаем иначе: стратегия активного обучения. – Минск: Современное слово, 2003. – 148 с.
2. Джурицкий А. Н. Развитие образования в современном мире. – М.: Дрофа, 2008. – 224 с.
3. Юнь О. М. Восхождение к информационному обществу. – М.: Экономика, 2013. – 175 с.
4. Михальский В. А., Бегун В. И. Научно-естественные основы и оптимальные методы обучения. – Л.: Лениздат, 1991. – 147 с.
5. Вентцель Е. С. Исследование операций (задачи, принципы, методология). – М.: Наука, 1980. – 208 с.

Майборода О.М., Сушко В.Г., Цуранич В.В.

ОСОБЛИВОСТІ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВИКЛАДАЧА ДО СТУДЕНТА

У статті на основі відомих властивостей пам'яті людини розглянуто особливості передавання інформації від викладача до студента. Проаналізовано роль співвідношень масивів знань викладача та студента, а також обсягів інформації, що передається та сприймається. Виявлено, що сприймається лише та частина інформації, обсяг якої відповідає заміщеному обсягу знань студента. Побудовано імовірнісну модель зміни ентропії масиву знань. Запропоновано рекомендації щодо оптимізації навчального процесу.

Ключові слова: інформаційний комплекс, інформаційна ємність, час зберігання інформації, масив знань.

Mayboroda O. M., Sushko V. G., Curanich V.V.

FEATURES AND OPTIMIZATION OF INFORMATION TRANSMISSION FROM A TEACHER TO A STUDENT

On a basis of known properties of human memory, an information transmission from a teacher to a student is considered. Relations of knowledge of teacher and student, as well as a volume of transmitted and perceived information are discussed. It is shown that only a piece of information is perceived, the volume of which corresponds to the substitutable volume of student knowledge. A probabilistic model of a change in entropy of a knowledge array was built. Recommendations to optimize a learning process are offered.

Keywords: information complex, information storage capacity, storage time information, an array of knowledge.

Кліндухова В. М., Ляшко О. В., Гейлик А. В.

ЕЛЕМЕНТИ МАТЕМАТИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В КУРСІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

Метою статті є розвинення ідеї використання сучасних економіко-математичних методів студентами напряму підготовки «Морський та річковий транспорт» під час опанування ними фундаментального курсу вищої математики. Практична реалізація запропонованих ідей сприяє розвитку обчислюваної і графічної культури, підвищує рівень загальноматематичної і професійної підготовки студентів технічних спеціальностей.

Ключові слова: вища математика, лінійне програмування, графічний метод, оптимізаційні задачі, градієнт.

Постановка проблеми. Відомо, що основною особливістю освітніх процесів ХХІ століття міжнародною конференцією ЮНЕСКО визнано перехід від навчання (teaching) до освіти (education), а також підвищення уваги до фундаментальних знань, до більш інтенсивного розвитку творчого потенціалу суб'єктів учіння, до використання ІКТ [2, 7]. Система сучасної вітчизняної математичної освіти не може стояти та не стоїть осторонь відповідних досліджень та спроб їх практичної реалізації.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Методологічними питаннями вивчення математичних дисциплін на рівні вищих навчальних закладів займалися К. Власенко, Н. Ванжа, Г. Дутка, В. Клочко, Т. Крилова, О. Скафа, Л. Нічуговська, Л. Межейнікова та багато інших вчених. Їхні роботи присвячено різним окремим аспектам зазначеної проблеми. Однак у працях майже усіх дослідників прослідковується думка про те, що недоліками сучасної математичної підготовки студентів вузів є формалізація математичних знань, рецептурний характер засвоєння математичного матеріалу, відсутність міжпредметних зв'язків математики з іншими дисциплінами, слабкі навички у використанні математичного апарату при вивченні спеціальних дисциплін та при застосуванні ІКТ [5, с. 27]. Таким чином, основним стратегічним напрямком дослідницько-методологічної роботи сьогодні можна вважати створення дидактичних та психолого-педагогічних передумов, які б сприяли оновленню мотиваційної сфери студентів, включенню їх в інтенсивну математичну діяльність на інтелектуальному рівні та на рівні особистої соціальної активності.

Виділення невирішених частин загальної проблеми. Як усе зазначене врахувати та реалізувати на практиці? Одним із багатьох можливих шляхів є доповнення традиційного змісту математичних дисциплін, змістом, що сприяє оптимальному співвідношенню між фундаментальністю, професійною, прикладною та практичною спрямованістю математичної підготовки студентів, а також із розвитком їх загальнонаукового світогляду.

Мета нашої статті: навести декілька відповідних прикладів. Приклади задач, які будуть запропоновані нижче, демонструють спроби «вплітання» деяких окремих елементів математичного апарату, а також методів і моделей оптимізаційного характеру у традиційний зміст вищої математики. У даному контексті вдалим практичним матеріалом, на наш погляд, є деякі задачі математичного програмування, які можна розв'язати графічним способом.

Виклад основного матеріалу. Наведемо конкретні приклади, пов'язуючи при цьому фабули стандартних задач лінійного програмування зі специфікою нашого ВНЗ, зокрема із підготовкою студентів за напрямками «Транспортні технології», «Морський та річковий транспорт» [7, с. 205].

Задача 1. В деякі пункти необхідно доставити 200 тисяч тонн вантажу. Для доставки можуть бути виділені 11 мілкосидячих вантажних теплоходів ГТ-1 та 8 крупногабаритних

теплоходів ГТ-2. За певними кадровими та технічними показниками діють певні квоти: загалом необхідно використати не менше ніж 15 суден; кількість використаних суден ГТ-1 має не більше ніж на 5 одиниць перевищувати кількість використаних суден ГТ-2. Експлуатаційні витрати для суден ГТ-1 складають 17 тисяч грошових одиниць за період доставки, а для ГТ-2 - 20 тисяч грошових одиниць. Перевізна здатність кожного судна за період доставки відповідно: 10 тисяч тонн та 18 тисяч тонн. Визначити мінімальні експлуатаційні витрати, а також відповідну кількість суден обох типів x_1 (ГТ-1) та x_2 (ГТ-2), що необхідні для забезпечення доставки при вказаних умовах.

Коментарі до розв'язування задачі. Вважаємо, що судна обох типів упродовж всього періоду заводу можуть використовуватись на повну вантажопідйомність, що дозволяє без значних похибок прийняти лінійну залежність перевізної здатності від числа використаних суден [7, 205]. Таким чином перевізна здатність по усіх суднах обох типів дорівнюватиме: $(10x_1 + 18x_2)$.

Цільова функція задачі матиме вигляд:

$$z = 17x_1 + 20x_2 \rightarrow \min ,$$

а система обмежень:

$$\begin{cases} 10x_1 + 18x_2 \geq 200 \\ x_1 + x_2 \geq 15 \\ x_1 - x_2 \leq 5 \\ x_1 \leq 11, x_2 \leq 8 \\ x_1 > 0, x_2 > 0 \end{cases}$$

Першим етапом розв'язання задачі лінійного програмування графічним способом є побудова на координатній площині $x_1 O x_2$ розв'язку вищенаведеної системи нерівностей (області визначення цільової функції), який в лінійному програмуванні називають багатокутником (областю) допустимих розв'язків. На жаль, питанням щодо геометричного змісту лінійних нерівностей з двома невідомими зовсім не приділяється увага в шкільному курсі математики (окрім класів з поглибленим вивченням математики) і майже не приділяється уваги у курсі вищої математики. Саме тому важливо і доцільно подібними задачами доповнити традиційний курс вищої математики. По-перше, з пропедевтичними цілями. Зокрема, для забезпечення базового рівня знань для вивчення різних предметів інтегративного характеру, пов'язаних із математичними методами та моделями. По-друге, з метою формування більш якісних уявлень студентів щодо провідних ідей, понять та тверджень аналітичної геометрії.

Пропоновану задачу можна розв'язувати зі студентами на початку вивчення курсу вищої математики (під час вивчення елементів аналітичної геометрії) і (або) пізніше (під час вивчення диференційованого числення функцій декількох змінних).

У **першому випадку** основна увага студентів спрямовується на побудову багатокутника допустимих розв'язків $ABCDE$ (рис.1), який побудовано внаслідок наступних дій:

- побудова відповідних прямих: $10x_1 + 18x_2 = 200$ (1); $x_1 + x_2 = 15$ (2); $x_1 - x_2 = 5$ (3); $x_1 = 11$ (4); $x_2 = 8$ (5);

- знаходженню точок їх перетину: $A(8,75;6,25)$, $B(7;8)$, $C(11;8)$, $D(11;6)$, $E\left(\frac{145}{14}; \frac{75}{14}\right)$;

- визначення півплощин, що є розв'язками лінійних нерівностей з двома змінними.

- визначити область перетину вищевказаних півплощин: багатокутник $ABCDE$.

Техніка виконання вищенаведених дій детально та доступно викладена у відомих посібниках [1, с. 21], [2, с. 24], [6, с. 60].

Далі, використовуючи такий прийом розумової діяльності як встановлення та використання аналогій, студентам повідомляється (обґрунтування відповідних тверджень буде наведено пізніше), що оскільки цільова функція z , будучи лінійною, не може мати точок

екстремуму всередині області допустимих розв'язків, то вона набуває найбільшого та найменшого значення на межі області. Однак система обмежень також є лінійною, тому можна зробити висновок, що найбільше та найменше значення цільової функції досягається у вершинах отриманого многокутника допустимих розв'язків: $A(8,75;6,25)$, $B(7;8)$, $C(11;8)$, $D(11;6)$, $E\left(\frac{145}{14};\frac{75}{14}\right)$.

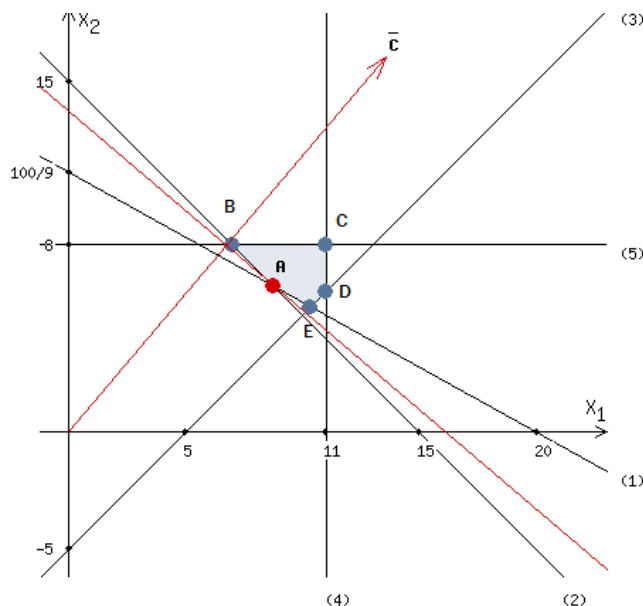


Рисунок 1 – Многокутник допустимих розв'язків, лінії рівня та градієнт цільової функції

Вершини згаданого многокутника у лінійному програмуванні називають опорними розв'язками (або опорними планами). Таким чином, знайти найменше (або найбільше) значення цільової функції можна наступним чином:

- обчислити значення функції в вершинах отриманого многокутника:

$$z_A(8,75;6,25) = 273,75; z_B(7;8) = 279; z_C(11;8) = 347;$$

$$z_D(11;6) = 307; z_E\left(\frac{145}{14};\frac{75}{14}\right) \approx 283$$

- вибрати з цих значень найменше (найбільше) та вказати опорний розв'язок, при якому цільова функція набуває відповідного екстремального значення (його називають оптимальним):

$$z_{\min}(8,75;6,25) = 273,75.$$

У задачах, де змінними цільової функції можуть бути будь-які дійсні числа, отриманий вираз відображає розв'язок (оптимальний план). Однак, згідно із змістом запропонованої оптимізаційної задачі змінні x_1 та x_2 можуть набувати лише цілих значень.

Якщо округлити отримані значення змінних, то матимемо $x_1 = 9$ та $x_2 = 6$. Але точка з такими координатами не належить многокутнику допустимих розв'язків $ABCDE$. Такий висновок можна зробити або шляхом візуального аналізу, або аналітично:

$$10x_1 + 18x_2 = 10 \cdot 9 + 18 \cdot 6 \leq 200.$$

Отже, округлення розв'язків може привести до неправильного результату. Тому запропоновану задачу варто розглядати як задачу цілочисельного програмування [2, 24]. Наближено многокутник допустимих розв'язків $ABCDE$ вписаним многокутником з вершинами в цілих точках $LCDFKM$, (рис. 2) де $L(8;8)$, $C(11;8)$, $D(11;6)$, $F(10;6)$, $K(10;7)$, $M(8;7)$, тоді

$$z_L(8;8) = 296; z_C(11;8) = 347; z_D(11;6) = 307; z_F(10;6) = 290;$$

$$z_K(10;7) = 310; z_M(8;7) = 276,$$

$$z_{\min}(8;7) = 276.$$

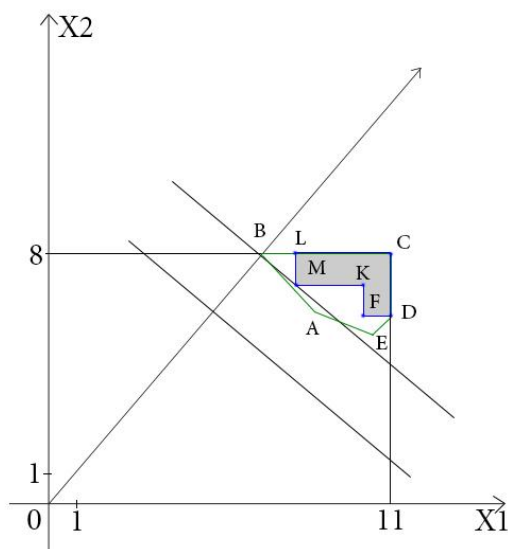


Рисунок 2 - Наближення многокутника допустимих розв'язків ABCDE вписаним многокутником з вершинами в цілих точках LCMDFKM

У *другому випадку* основна увага студентів спрямовується на розуміння суті та використання поняття про лінії рівня, а також про градієнт функції, що значно скорочує процес розв'язування задачі і якісно переорієнтовує його.

Після побудови многокутника допустимих розв'язків, будують лінії рівня та градієнт цільової функції (рис.1):

$$17x_1 + 20x_2 = 250$$

...

$$17x_1 + 20x_2 = 270$$

$$\vec{c} = \overrightarrow{\text{grad } z} = (17;20)$$

При цьому доцільно звернути увагу студентів на роль, важливість та численне використання ліній рівня як одного із способів наочного зображення та дослідження поведінки функцій багатьох змінних. Відомо, що у процесі побудови графіків функцій двох змінних здебільшого виникають значні труднощі. Надаючи функції різних значень k ($z = f(x, y) = k, k = \text{const}$) і щоразу будуючи лінію із заданим рівнем k , дістаємо низку ліній рівня (її часто називають топологічною картою графіка функції). Отримане сімейство ліній рівня дає наочне уявлення про характер зміни функції, а також дозволяє судити про графік функції $z = f(x, y)$. Прикладами використання ліній рівня є паралелі й меридіани на глобусі (ліній рівня функції широти й довготи); синоптики публікують карти із зображенням ізотерм та ізобар (ліній рівня температури); в економіці прикладом ліній рівня слугують ізокванти (лінії, вздовж яких виробнича функція дорівнює константі) [4, с. 394]. У пропонуваніх задачах цільова функція є лінійною, тому лінії рівня є сім'ю прямих.

Не менш важливим є звернути увагу студентів на значущість та використання поняття градієнта цільової функції. Відомо, що саме градієнт цільової функції показує напрямок її найбільшого зростання, а у протилежному напрямку функція спадає з найбільшою швидкістю.

Також відомо, що градієнт функції $\overrightarrow{\text{grad } z}(M_0)$ є вектором нормалі дотичної, проведеної до лінії рівня в точці $M_0(x_0; y_0)$. Саме тому для знаходження екстремумів цільової функції здійснюють паралельне перенесення лінії рівня у напрямку $\overrightarrow{\text{grad } z}$ (для знаходження максимуму цільової функції) або у протилежному напрямку $-\overrightarrow{\text{grad } z}$ (для знаходження мінімуму цільової функції). Паралельне перенесення здійснюється до тих пір поки лінія рівня не пройде через останню точку (точки) її перетину із областю розв'язків. Координати вказаної точки і визначають оптимальний план задачі.

Зрозуміло, що як і в першому випадку змінні x_1 та x_2 можуть набувати лише цілих значень. Як многокутник допустимих розв'язків використовують многокутник *LCDFKM* (замість *ABCDE*). А останньою точкою, у якій лінія рівня, рухаючись у напрямі $-\overrightarrow{\text{grad } z} = (-17; -20)$, перетне область *LCDFKM*, буде точка $M(8;7)$, тому (рис.2):

$$z_{\min}(8;7) = 276$$

Якби за змістом задачі нас влаштовували б не лише цілі значення змінних, то останньою точкою, у якій лінія рівня, рухаючись у напрямі $-\overrightarrow{\text{grad } z} = (-17; -20)$, перетнула б область *ABCDE*, була точка $A(8,75; 6,25)$ (рис. 1).

Особливо позитивним моментом пропонованого розв'язування задачі у курсі вищої математики є те, що фактично воно є ілюстрацією використання відомої теореми:

Теорема. Нехай задано диференційовану функцію $z = f(x, y)$ і $\overrightarrow{\text{grad } z}(M_0) \neq 0$, тоді градієнт перпендикулярний до лінії рівня, що проходить через дану точку [4, 416].

Відповідь: Мінімальні експлуатаційні витрати складатимуть біля 276 тис. грошових одиниць, при цьому має бути залучено 8 суден типу ГТ-1 та 7 суден типу ГТ-2.

Під час постановки та розв'язання задачі 1 використовувався термін «перевізنا здатність». Зупинимось на ньому детальніше. Загалом перевізна здатність – це обсяг роботи, який судно може виконати за певний період часу і в певних умовах. Вона виражається у тонах (або тонно-милях) вантажу, що перевозиться судном. Перевізна здатність залежить не лише від вантажопідйомності судна, а і від особливостей його використання, протяжності шляху плавання, часу знаходження судна під вантажними та допоміжними операціями. Розглянемо приклад задачі, в якій ці фактори будуть наведені в умові задачі та відповідно враховані під час побудови математичної моделі. Фабула задачі залишається такою ж як і у задачі 1. Нижченаведена задача є задачею нелінійного програмування, однак у нескладних випадках подібні задачі також можуть розв'язуватись графічним методом.

Зуваження до задачі 1. Загальновідомо, що під час розв'язування задач лінійного програмування та їх геометричного тлумачення, можливі наступні чотири випадки:

- 1) цільова функція досягає *min (max)* в одній точці;
- 2) цільова функція досягає *min (max)* в будь-якій точці відрізка, що є однією із сторін многокутника розв'язків;
- 3) цільова функція не обмежена знизу (зверху) на множині допустимих розв'язків;
- 4) система обмежень задачі є несумісною.

Пропонуючи задачі студентам-першокурсникам під час вивчення курсу вищої математики доцільно обмежитись лише першим випадком.

Задача 2. В деякі пункти, що розміщені вздовж бічної річки, в нетривалий період весняного паводку необхідно доставити 200 тисяч тонн вантажу. Для доставки можуть бути виділені 11 мілкосидячих вантажних теплоходів ГТ-1 та 8 крупногабаритних теплоходів ГТ-2. Експлуатаційні витрати для суден ГТ-1 складають 17 тисяч грошових одиниць за період доставки, а для ГТ-2 - 20 тисяч грошових одиниць. Визначити мінімальні експлуатаційні витрати, а також відповідну кількість суден обох типів x_1 (ГТ-1) та x_2 (ГТ-2), що необхідні для забезпечення доставки при наступних умовах.

Відомо, що судна першого типу продовж всього заводу можуть бути використані на повну вантажопідйомність. Перевізна здатність одного судна за період заводу 10 тисяч тон, а відповідно по усім суднам першого типу вона матиме вигляд: $10x_1$

Судна другого типу достатньо ефективно можуть використовуватись лише в найбільш повноводний період, а зі спаданням рівня води вони працюють с недовантаженням та з пониженням швидкості руху. Ці та інші фактори визначають нелінійну залежність перевізної здатності від кількості використаних суден, яка матиме вигляд [7, с.205]: $(10 + 5x_2 - 0,5x_2^2) \cdot x_2$

Коментарі до розв'язування задачі . Цільова функція та система обмежень: задачі матимуть вигляд: $z = 17x_1 + 20x_2 \rightarrow \min$

$$\begin{cases} 10x_1 + (10 + 5x_2 - 0,5x_2^2) \cdot x_2 \geq 200 \\ x_1 \leq 11, x_2 \leq 8 \\ x_1 > 0, x_2 > 0 \end{cases}$$

Як і у задачі 1, першим етапом розв'язання задачі графічним способом є побудова на координатній площині x_1, x_2 розв'язку вищенаведеної системи нерівностей KLM (області визначення цільової функції).

З'ясуємо: чи можливо для цієї задачі запропонувати такі ж підходи як і під час розв'язування задачі 1.

У **першому випадку** цільова функція z , також є лінійною і не може мати точок екстремуму всередині області KLM . Однак система обмежень не на усіх ланках є лінійною (зокрема, дуга KM). Тому найбільшого та найменшого значення цільова функція може набувати не лише у вершинах K, L, M , а і на межі KM . Таким чином подальший розв'язок можливо реалізувати лише за умови цілочисленності змінних x_1 та x_2

Наблизимо область допустимих розв'язків KLM вписаним багатокутником з вершинами в цілих точках $ABCDEFNL$ (рис.3) де $A(6;8), B(6;7), C(7;7), D(7;6), E(9;6), F(9;5), N(11;5), L(11;8)$, тоді

$$\begin{aligned} Z_A(6;8) &= 262; Z_B(6;7) = 242; Z_C(7;7) = 259; Z_D(7;6) = 239; \\ Z_E(9;6) &= 273; Z_F(9;5) = 253; Z_N(11;5) = 287; Z_L(11;8) = 347 \\ Z_{\min}(7;6) &= 239 \end{aligned}$$

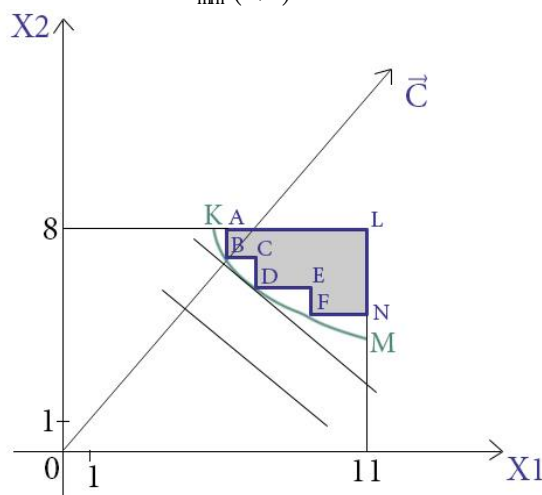


Рисунок 3 – Наближена область допустимих розв'язків KLM вписаним багатокутником з вершинами в цілих точках $ABCDEFNL$

У **другому випадку** також будують лінії рівня та градієнт цільової функції, які, зрозуміло, будуть мати такий же вигляд як і у задачі 1. За умови дотримування цілочисленності змінних x_1 та x_2 , останньою точкою, у якій лінія рівня, рухаючись у напрямі $-\overrightarrow{\text{grad } z} = (-17; -20)$, перетне область $ABCDEFNL$, буде точка $D(7;6)$, тому: $Z_{\min}(7;6) = 239$

Якби за змістом задачі нас влаштували б не лише цілі значення змінних, то останню точку $P(x_1; x_2)$, у якій лінія рівня, рухаючись у напрямі $-\overrightarrow{\text{grad } z} = (-17; -20)$, перетинає область KLM , можна знайти лише наближено $x_1 \approx 6,2$ та $x_2 \approx 6,4$ (рис.4). Для їх знаходження доцільно використати відомі програмно-педагогічні засоби, зокрема можливості динамічних моделей GRAN 2D-new.

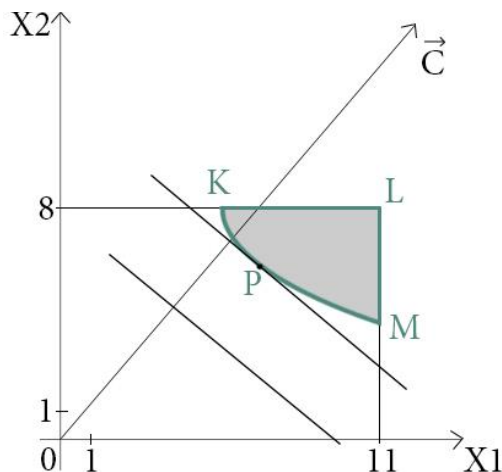


Рисунок 4 – Перетин області KLM лінією рівня в напрямі градієнта цільової функції

Відповідь: Мінімальні експлуатаційні витрати складатимуть біля 239 тисяч грошових одиниць, при цьому має бути залучено 7 суден типу ГТ-1 та 6 суден типу ГТ-2.

Висновки і пропозиції. Запропоновані задачі є лише відокремленими прикладами, які можуть бути використані дослідниками під час оновлення методичних систем навчання вищої математики або викладачами-практиками під час практичних занять, самостійної роботи студентів, роботи студентських гуртків, семінарів та конференцій. За певних умов доцільно також ознайомити студентів із сучасними можливостями ІКТ щодо розв’язання задач лінійного програмування (зокрема, <http://www.resmat.ru/ZLP>). На нашу думку, розв’язування подібних задач сприяє підтримці та розвитку обчислювальної та графічної культури, що є особливо актуальним та важливим для студентів напряму підготовки «Морський та річковий транспорт». А залучення елементів обчислювального експериментування (особливо із залученням ІКТ) «оживляє» та осучаснює вивчення математичних дисциплін, робить якіснішим загальну математичну та професійну підготовку студентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Учеб. Пособие для студентов эконом. спец. вузов. / И.Л.Акулич. – М.: Высш. шк., 1986. – 319 с.
2. Власенко К. В. Теоретичні й методичні аспекти навчання вищої математики з використанням інформаційних технологій в інженерній машинобудівній школі: Монографія. / К. В.Власенко. – Донецьк: «Ноулідж» (донецьке відділення), 2011. – 410 с.
3. Гончаренко Я. В. Математичне програмування. / Я. В.Гончаренко. – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2010. - 183с.
4. Грисенко М. В. Математика для економістів: методи й моделі, приклади й задачі: Навч. посібник. / М. В.Грисенко. – К.: Либідь, 2007. – 720 с.

-
5. Крилова Т. В. Дидактичні засади фундаменталізації математичної освіти студентів нематематичних спеціальностей університетів / Т. В. Крилова, О. М. Гулеша, О. Ю. Орлова // Дидактика математики: проблеми і дослідження. – 2011. – Випуск 35. – С. 27-35.
 6. Кузнецов Ю. Н. Математическое программирование. Учеб. Пособие для вузов / Ю. Н. Кузнецов, В. И. Кузубов, А. Б. Волощенко. – М.: Высшая школа, 1976. – 352 с.
 7. Пьяных С. М. Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта. Учеб-к для институтов водного транспорта / С. М. Пьяных. – М.: Транспорт, 1988. – 253 с.

Клиндухова В.Н., Ляшко О.В., Гейлик А.В.

ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Актуальность статьи связана с основным стратегическим направлением исследовательско-методологической работы, сориентированной на выявление психолого-педагогических предпосылок, которые способствуют обновлению мотивационной сферы студентов, включению их в интенсивную математическую деятельность на интеллектуальном уровне, а также на уровне личностной социальной активности. Целью исследования является развитие идеи использования современных экономико-математических методов студентами направления подготовки «Морской и речной транспорт» при изучении ими фундаментального курса высшей математики.

Ключевые слова: *высшая математика, линейное программирование, графический метод, оптимизационные задачи, градиент.*

Klindukhova V., Lyashko O., Geilyk A

ELEMENTS OF MATHEMATICAL PROGRAMMING IN THE HIGHER MATHEMATICS COURSE

The article is devoted, the introduction of elements of optimization problems in the course of higher mathematics. The relevance of the study is related to the main strategic direction of research and methodological work are oriented to identify the psychological and pedagogical prerequisites that contribute to renewal of motivational sphere of students, their inclusion in an intensive mathematical operations on an intellectual level, but also at the level of personal social activity. The aim of the study is to reveal the idea of using the in modern economic and mathematical methods for students training areas "Sea and river transport" while learning of the fundamental course of higher mathematics.

Keywords: *higher mathematics, linear programming, systems of linear equations, graphical method, optimization problems, gradient.*

Завгородний В.В., Яловая Е.Н., Яшина К.В.

ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ТРАНСФЕРА ЗНАНИЙ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Представлены результаты выполнения 5-го рабочего пакета международного проекта IRNet. Определены основные функциональные требования к академической MOOC-платформе, как к действенному инструментарию оптимизации процессов трансфера знаний в системе преподаватель-студент. Результаты, представленные в статье, позволяют более углубленно изучать процессы взаимодействия участников системы трансфера знаний с целью оптимизации информационных процессов.

Ключевые слова: дистанционное обучение, информационные технологии, трансфер знаний, прогрессивная педагогика

Постановка проблемы. В общем смысле определение «трансфер знаний» (ТЗ) означает перенос определенных научных идей или научных проблем в другую научную область, в которой, в связи с этим, образуется новая, до этого не существующая, научно-практическая зона. Данное определение широко используется для описания информационных процессов распространения накопленных знаний университетов и является одним из приоритетных направлений развития современных обществ. Знания университета циркулируют в системе «создатель знаний» (поставщик) – потребитель знаний».

Задача данной статьи заключается в представлении результатов анализа и обоснования целесообразности использования технологий дистанционного обучения (ДО) и проектирования академической MOOC-платформы (massive open online courses) для оптимизации системы трансфера знаний (СТЗ) в университете.

Результаты работы получены в ходе выполнения пятого рабочего пакета международного проекта IRNet (International Research Network for study and development of new tools and methods for advanced pedagogical science in the field of ICT instruments, e-learning and intercultural competences) [1] по разработке основных компонентов компьютерно-ориентированной системы дистанционной подготовки современных специалистов. В качестве технологии дистанционного обучения рассматривается проектирование академической MOOC-платформы.

Анализ предыдущих исследований и публикаций. В Украине вопросами развития ДО и ЭО занимались А.А. Андреев, Б. И. Шуневич, Е.С. Полат, Н.В. Казаринова, А. Яценко, С. Степаненко, В.Ю. Стрельников, В. Кремень. Проблемы, с которыми сталкивается современное электронное обучение (ЭО), являются актуальными и широко обсуждаются во всем мире. Многие из успехов и неудач использования ЭО связывают с системой управления обучением, его организацией и наличием мотивации в образовательной среде [2]. Предметами научных исследований в сфере ЭО являются:

- модели и формы ЭО, где затрагиваются вопросы организации системы электронного обучения (СЭО), способы управления процессом обучения [3], педагогические аспекты создания индивидуально-ориентированных подходов к обучению в рамках установленных учебных планов и программ дисциплин;

- реализация эффективных форм и представлений электронных материалов лекций практических занятий [4] – особое внимание уделяется разработке и внедрению виртуальных лабораторий для получения практических навыков студентами инженерных и технических

специальностей, с возможностью проведения экспериментов, технологических опытов, моделирования сложных технологических процессов и систем;

- информационные технологии (ИТ), используемые для программной реализации систем дистанционного обучения (СДО) [5], где затрагиваются вопросы эффективного администрирования СЭО, оптимального хранения учебных материалов, способов ускорения обработки информации в базах данных и знаний, используемых при хранении обучающих материалов, создание новых форматов хранения данных больших объемов;

- инновационные методы представления учебных материалов, использование мультимедиа, видеоконференций, чатов, интерактивной поддержки процесса обучения [6];

- способы и формы реализации оценки полученных знаний – как со стороны самого обучающегося, так и со стороны руководителя образовательного процесса [7]; рассматриваются вопросы необходимости дискретного или постоянного контроля за процессом приобретения знаний;

- оценка качества СДО. Критерии оценки качества систем были сгруппированы в несколько категорий, которые позволяют дать оценку эффективности системы со стороны всех участников процесса обучения, учитывая уровень приобретенных знаний, общую удовлетворенность при ДО, необходимое время для проработки информации по сравнению с традиционным обучением.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Несмотря на глубину исследований и на разнообразие научных работ, следующие задачи остаются актуальными и требуют дальнейшего решения: разработка методов формального описания процесса разработки СЭО, анализ требований для программной реализации СЭО, разработка функциональных и объектных моделей предметной области относительно приобретения знаний в рамках СЭО, анализ процесса имплементации СЭО и СДО в сферу деятельности ВУЗов Украины, роль и место ИТ при формировании информационного пространства (ИП) университета, разработка СЭО как неотъемлемой части СТЗ современного университета.

Цель работы – представить результаты выполнения задач 5 рабочего пакета международного проекта IRNet: установить место и роль технологий ДО в СТЗ современного университета; определить функциональные требования к компонентам компьютерно-ориентированной системы дистанционной подготовки современных специалистов; описать архитектуру, основные модули и действия академической МООС-платформы; определить ожидаемые результаты от ее использования; установить субъективные и объективные факторы, влияющие на эффективность ее функционирования как действенного инструментария оптимизации процессов ТЗ в системе «преподаватель-студент».

Изложение основного материала. Информационное пространство, в рамках которого формируются корпоративные знания университета – это совокупность [8]:

- информационных ресурсов различной направленности, которые движутся от источника к потребителю данных Информационные ресурсы университета – это множество данных, представленных в виде документов, понятий, методик, участвующих в информационном обмене, в том числе и при использовании ПК [9];

- организационной структуры, обеспечивающей функционирование ИП. В рамках организационной структуры можно выделить действующие лица и систему административного руководства. Действующие лица – это сотрудники, которые выполняют информационные операции и могут выступать в качестве источников, обработчиков и потребителей данных и знаний. К информационным операциям действующих лиц ИП отнесем: создание, сбор, хранение, обработку, поиск, распространение, анализ данных и принятие оперативных управленческих решений. Система административного руководства – это набор операций и организационных мероприятий, проводимых с целью повышения эффективности функционирования университета и получения объективных данных относительно фактических показателей состояния учреждения в целом;

- среды информационного взаимодействия, включающей ИТ и программно-технические средства. Одним из способов реализации среды информационного взаимодействия является применение информационных систем (ИС). Разработка и внедрение ИС позволяет существенно сократить информационные операции действующих лиц ИП и выполнять автоматизированную обработку данных в режиме «запрос-ответ».

Формирование единого ИП университета как неотъемлемой части СТЗ позволяет [10]:

- объединить ИС подразделений;
- избежать избыточности данных при сборе первичной информации;
- уйти от дублирования операций обработки данных;
- улучшить обмен информации в целом;
- преодолеть проблемы взаимодействия распределенных источников информации и знаний;
- обеспечить доступ потребителей знаний к информационным ресурсам университета;
- повысить эффективности управления информационными ресурсами и знаниями в целом.

В общем случае знания университета генерируются в ходе выполнения трех видов работ [11]:

- учебной – включает в себя организацию процесса обучения студентов в соответствии с установленными документами, такими как: учебные программы специальностей и специализаций для каждого квалификационного уровня;

- методической – основного источника информационного обеспечения процесса подготовки квалифицированных специалистов (разработка учебных и рабочих программ дисциплин, конспектов лекций, методических указаний для выполнения всех видов работ и занятий, комплекты тестовых и экзаменационных заданий для проведения текущего и итогового контроля знаний). Распространение учебных материалов и их использование в процессе обучения можно рассматривать как особый вид ТЗ. Где под «поставщиком знаний» будем понимать любого преподавателя, разрабатывающего учебные пособия, а к потребителям знаний отнесем студентов, получающих знания в рамках выбранных специальностей;

- научной – создание научных статей, тезисов и докладов на конференции, монографий, патентов, диссертационных работ, отчетов по бюджетным и внебюджетным научно-исследовательским работам, изобретений, инноваций, научных разработок. Особым видом научной работы является создание информационно-обучающей литературы: учебников и учебных пособий. ТЗ, полученных в ходе выполнения научной работы, может быть эффективным средством развития экономики страны в целом. Необходимо заметить, что в развитых странах именно университетам отводится ключевая роль экономических двигателей в процессах создания новых знаний и их передачи в неакадемический сектор.

Результаты научно-методической работы каждого преподавателя образуют обобщенные показатели деятельности университета и характеризуют уровень его корпоративных знаний, что, в конечном счете, влияет на: общегосударственный рейтинг университета; конкурентоспособность университета на рынке образовательных услуг и в сфере реализации научных проектов; успешность проведения аккредитаций и лицензирования направлений обучения, специальностей и университета в целом. Повышение эффективности управления ИП и накопленными знаниями университета можно достигнуть, автоматизировав процессы управления и внедрив автоматизированные ИС административного контроля и СЭО [12]. Их применение может обеспечить следующий положительный эффект:

- сокращение времени и трудозатрат обработки информации;
- повышение качества управления за счет более оперативного и полного использования накопленной базы данных (БД) и знаний;
- повышение достоверности информации, на основе которой принимаются решения руководством университета, и минимизация ошибок ввода данных;

- определение и эффективное использование комплексных показателей в системе административного руководства, что приведет к улучшению информационного обеспечения оперативного управления;
- построение единого ИП университета с реализацией функций электронного сбора, хранения, обработки и генерации данных для процесса принятия эффективных оперативных управленческих решений;
- повышение эффективности функционирования СТЗ за счет оптимизации процессов их сбора, накопления и распространения.

В соответствии с видами информационных ресурсов и выделенными типами информационных работ, определим и охарактеризуем две группы автоматизированных ИС, призванных улучшить СТЗ университета: ИС, которые повышают эффективность информационно-образовательного пространства и ИС оптимизации информационных процессов системы административного руководства. К первым стоит отнести: системы дистанционного обучения, MOOC-платформы, виртуальные классы, IT-инструментарии, такие как: системы управления обучением (LMS, Learning Management Systems), системы управления контентом (CMS, Contents Management Systems), виртуальные синхронные классы (VSCR, Virtual synchronous classrooms), облачные технологии и виртуальные среды обучения. Все перечисленные виды информационно-компьютерных средств относятся к технологиям ДО. Место системы передачи знаний в информационной среде университета представлено в графическом виде на рисунке 1.



Рисунок 1 – Место системы передачи знаний в информационной среде университета

Дистанционное обучение – это взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными интерактивными средствами [13]. Стремительное развитие ИТ позволяет использовать компьютеры не только для обработки, хранения или перемещения информационных ресурсов, но и в качестве средства организации образовательной среды. Системы обучения, использующие ИТ и предоставляющие обучающие материалы через Интернет, получили название e-Learning System.

Определение функциональных особенностей академической MOOC-платформы.

Развитие технологий ДО прошло этапы от распространения учебных материалов через электронную почту и СЭО типа MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) до академическим MOOC-платформам. По объему предоставляемых функций и полноте поддержки участников обучения наиболее эффективным видом e-Learning System на сегодня являются MOOC-платформы. MOOC – это обучающий курс с массовым интерактивным участием, применением технологий ЭО и открытым доступом через Интернет. В качестве дополнений к традиционным материалам учебного курса, таким как видео, чтение и домашние задания, MOOC дают возможность использовать интерактивные форумы пользователей, которые помогают создавать и поддерживать сообщества студентов и преподавателей.

Академическая MOOC-платформа – это система, созданная средствами информационных или цифровых технологий, обеспечивающая процесс получения знаний, когда источник информации и студенты отделены временем и расстоянием. Слово «академическая» в представленном определении указывает на обязательное соответствие обучающих материалов платформы установленным нормативным документам специальностей университета, а именно: учебным программам специальностей и рабочим программам дисциплин.

Использование средств академической MOOC-платформы может стать эффективным инструментарием самостоятельной работы студентов, большая часть которой сейчас уходит на поиск релевантной информации в заданной области. Использование сервисов академической MOOC-платформы обеспечат следующие основные преимущества [14]:

- общеуниверситетский уровень:

- ✓ улучшение менеджмента формирования информационных научно-методических материалов;
- ✓ организация и контроль распространения электронной версии учебных материалов в различных видео, аудио и текстовых форматах;
- ✓ предоставление распределенного доступа к электронной версии учебно-методической литературы, созданной преподавателями, по циклам дисциплин, в рамках заданной формы обучения, квалификационного уровня и семестра;
- ✓ оптимизация процесса распространения и унификации представления электронных версий учебных материалов;
- ✓ позитивное влияние на творческую активность, уровень ИТ-компетенций и квалификацию преподавателей в соответствии с инновациями и нововведениями в сфере ИТ и прогрессивной педагогики;
- ✓ оптимизация процесса ТЗ за счет улучшения качества процессов обработки и передачи данных.

- уровень поставщика знаний:

- ✓ предоставление инструментария создания электронных заданий и тестов для оценки полученных знаний студентов (проведение промежуточных, итоговых контролей и самоконтролей);
- ✓ применение различных форм представления теоретических материалов: видео-лекции, мультимедийные ролики, он-лайн семинары;
- ✓ получение статистических данных относительно активности студентов, количества их обращений к учебным материалам, результатов оценивания знаний, их надежное накопление и ведение электронного журнала преподавателя.

- уровень потребителей знаний:

- ✓ получение знаний в любое время в любом месте – обеспечение своевременной и круглосуточной доставки электронных учебных материалов;
- ✓ реализация персонализации и настройка системы к уникальным потребностям обучающегося – получение информационной поддержки в виде консультаций, советов,

подсказок и эталонных решений; определение собственных контрольных точек обучения и проведение самоконтроля полученных знаний;

✓ самостоятельное обучение – студентам предоставляется возможность установить собственный ритм обучения и объем получаемых знаний, что приводит к повышению интеллектуального потенциала за счет самоорганизации обучения; обеспечение доступности обучения для людей с особенностями психофизического развития;

✓ повышение уровня удовлетворенности от обучения – предоставление агрегированных и обобщенных знаний в заданной области, освобождая студентов от необходимости проводить значительное время в поисках информации.

Архитектура академической МООС-платформы должна включать в себя следующие уровни [15]:

- уровень пользовательского доступа к данным – включает графический интерфейс системы, передаваемый через браузер;

- уровень сервисов – общие службы, которые обеспечивают хранение идентифицирующих данных пользователей, их взаимодействие между собой и управление событиями (календарь / планирование / напоминания) для поддержки рабочих процессов пользователей;

- уровень обучения – обеспечивает основные функциональные возможности для создания и потребления обучающих ресурсов;

- уровень хранения всех данных, задействованных в системе – в качестве БД системы могут использоваться в том числе и реляционные БД;

- уровень инфраструктуры – включает в себя механизмы клиент-серверной обработки данных, осуществленной через сеть, физическое оборудование, стандартные Интернет-протоколы.

Основными функциональными требованиями академической МООС-платформы являются расширяемость и гибкость управления электронным контентом системы (ЭКС), представленным в виде набора массивных он-лайн курсов.

Однако, при этом, необходимо будет уделить особое внимание решению следующих проблем, а именно:

- необходимость эффективной реализации модулей для практических занятий, что особенно важно для специальностей с практической и технической направленностью;

- определение места и роли академической МООС-платформы в рамках традиционного обучения университета;

- решение вопроса об информационном обеспечении платформы, определения правил и требований к ЭКС;

- мотивация студентов и преподавателей к применению академической МООС-платформы, маркетинговое продвижение услуг ДО на разработанной платформе.

Ожидаемые результаты внедрения МООС платформы в университете Украины. В отличие от существующих платформ ДО, предложенная академическая МООС-платформа, обладает следующими преимуществами:

- бесплатность, низкие системные требования к программно-аппаратной платформе, отсутствие необходимости применения лицензионного ПО для функционирования;

- обеспечивает автоматизированный режим управления учебным процессом студентов всех форм обучения;

- предоставляет возможность автоматизированного оценивания качества полученных знаний и формирования статистических данных системы;

- воспроизводит традиционное взаимодействие преподавателя со студентом за счет механизма поддержки обмена данными и файлами и эффективной обратной связи;

- обеспечивает эффективную интерактивную навигацию по учебным материалам в зависимости от установленной траектории обучения;

- представляет ЭКС, электронных заданий и тестов в различных форматах и видах с применением средств мультимедиа.

От внедрения авторы ожидают следующий социальный эффект:

- поддержание надлежащего уровня высшего образования в условиях постоянного уменьшения аудиторной нагрузки;
- повышение интеллектуального потенциала молодежи за счет самоорганизации обучения;
- обеспечение доступности обучения для людей с недостатками психофизического развития;
- положительное влияние на творческую активность и уровень ИТ-компетенций преподавателей в соответствии с инноваций и нововведений в сфере ИТ.

Несмотря на довольно обширные позитивные стороны использования, внедрение академической МООС-платформы неизбежно столкнется с рядом проблем, а именно:

- отсутствие мотивации среды – для функционирования платформы на начальной стадии необходимы существенные трудоемкие действия преподавателя по созданию электронных версий учебных материалов в различных форматах и размещение их в системе;
- отсутствие нормативно-правовой основы – действия преподавателя в рамках МООС-платформы являются инициативными, т.к. использование ИТ, обеспечивающих дистанционный режим доступа к учебным материалам, не является обязательным, а может быть установлено только на уровне корпоративных правил ВУЗа;
- проблема авторских прав – отсутствие действующих механизмов защиты авторских прав, что приводит к проблемам организации доступа к информационным ресурсам;
- низкий уровень ИТ-компетенций субъектов ДО – высокий порог входа в современные ИТ формируют барьер и субъективную неготовность освоения новых средств обучения как у студентов, так и у преподавателей.

Для успешного использования академической МООС-платформы в современном университете Украины, необходимо выполнить следующие организационные действия:

- определить организационную и функциональную структуры системы управления контентом, задать права и обязанности всех участников процесса обучения, описать роли преподавателей и администраторов системы;
- разработать шаблоны для создания электронных версий учебных материалов, которые будут задавать правила единого стиля и состава ЭКС;
- установить формат и структуру видео-материалов и элементов мультимедиа;
- создать корпоративные правила и рекомендации относительно использования системы;
- установить временные интервалы обновления обучающих материалов системы;
- провести обучение студентов и преподавателей относительно использования электронных компьютерных средств, которые будут использоваться для разработки ЭКС.

Выводы и предложения. Программная реализация академической МООС-платформы с учетом сформированных авторами функциональных требований обеспечит положительное влияние на СТЗ в университете за счет:

- предоставления распределенного доступа к электронным версиям учебно-методической литературе, созданной преподавателями в рамках заданной формы обучения и квалификационного уровня, что реализуется путем введения ролей для пользователей с разграничением их доступа к данным;
- оптимизации структуры представления знаний с обеспечением возможности добавления, редактирования и удаления информационных ресурсов;
- внедрение виртуального инструментария создания электронных заданий и тестов для оценки полученных знаний с возможностью отладки параметров их проверки;
- повышение качества мониторинговых и руководящих функций преподавателей благодаря получению статистических данных относительно активности студентов, популярности дисциплин, количества обращений к теоретическому материалу, результатов оценочных задач и проведения самоконтроля.

К перспективным вопросам дальнейшего научного исследования можно отнести следующее:

-
- методы, способы, механизмы и технологии создания виртуальных лабораторий для дистанционного приобретения практических навыков и умений;
 - методы оценки качества полученных знаний;
 - способы реализации модуля самоконтроля качества полученных знаний;
 - организация дистанционного повышения квалификации преподавателей;
 - эффективные способы хранения графических и мультимедийных данных в БД;
 - вопросы защиты данных.

По результатам проведенного исследования авторы видят возможность применить технологии ДО в виде академической МООС-платформы, в качестве действующего инструментария повышения качества СТЗ современного университета. Представленные результаты работы по определению функциональных требований к МООС-платформе, ее сервисов, архитектуры и ожидаемых эффектов от ее использования, получены в ходе выполнения задач пятого рабочего пакета международного проекта IRNet.

ЛИТЕРАТУРА

1. IRNET, <http://www.irnet.us.edu.pl/work-packages/wp5> (accessed 01 May 2016).
2. Alfady A. A. (2013). The efficiency of the "Learning Management System (LMS A communication tool in an e-learning system. *International Journal of Educational Management*, 27(2), 157-169.
3. Вербцкий А. А., Ларионова О. Г. Личностный и компетентностный подходы в образовании. Проблемы интеграции. – М.: Логос, 2009. – 336 с.
4. Гильмутдинов А. Х., Ибрагимов Р. А., Цивильский И. В. Электронное образование на платформе MOODLE. – Казань: КГУ, 2008. – 169 с.
5. Гриценко В. И., Кудрявцева С. П., Колос В. В., Веренич Е. В. Дистанционное обучение: теория и практика. – К.: Наукова думка, 2004. – 360 с.
6. The Bologna Process and the Lisbon Agenda: the European Commission's expanding role in higher education discourse, *European Journal of Education*, 2006, Vol.41, no. 2.
7. Баранова Ю. Ю., Методика использования электронных учебников в образовательном процессе / Ю. Ю. Баранова, Е. А. Перевалова., Е. А. Тюрина. А. А. Чадин. // Информатика и образование. – 2000. – № 8. – С.32.
8. Иванов В. А. О концепции формирования единого информационного пространства университетского комплекса / В. А. Иванов, В. М. Соловьев // Инновационные методы и технологии в условиях новой образовательной парадигмы: Сб. науч. тр. – Саратов: СУ. – 2008. – С. 52-56.
9. Жулябин П. В. Информационное пространство университета как важный фактор развития образовательного процесса и оптимизации работы ВУЗа // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. – Кострома: КГУ. – №4. – 2011. – С. 111-113.
10. Карпенко О. А. Формирование системы трансфера знаний в высших учебных заведениях Украины / О. А. Карпенко, К. В. Яшина // Актуальные проблемы экономики, №7 (169), 2015. – С. 157-166.
11. Yalova K., Zavgorodnii V., 2015: Conceptual propositions of the modern university's information field development. *Innovation in higher education – modern communications and collaboration at the university using specific IT tools* : [International collective monograph], DDTU, Dniprodzerzhinsk, 2015, P. 355-369, 376 pages. ISBN 978-966-175-114-8
12. Архипова З. В. Современные информационно-телекоммуникационные системы как фактор повышения конкурентоспособности высших учебных заведений // Известия Иркутской государственной экономической академии. – Иркутск: ИГЭА. – №1. – 2014. – С. 126-130.
13. Fisher A., Exley K., 2014: *Using Technology to Support Learning and Teaching*. Dragos Ciobanu Routledge, 2014, 238 pages

-
14. Johnson A., Reisslein J., Reisslein M., 2014: Representation sequencing in computer-based engineering education. *Computers & Education*, №72, 2014, P. 249–261.
 15. Design Solution, <http://www.cognitivedesignsolutions.com/ELearning/Architecture.htm> (accessed 23 April 2016).

Завгородній В.В., Ялова К.М., Яшина К.В.

ТЕХНОЛОГІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ ТРАНСФЕРУ ЗНАНЬ СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Представлені результати виконання 5-го робочого пакету міжнародного проекту IRNet. Визначені основні функціональні вимоги до академічної MOOC-платформи як до дієвого інструментарію оптимізації процесів трансферу знань у системі викладач-студент. Результати, що представлені у статті, дозволяють більш поглиблено вивчати процеси взаємодії учасників системи трансферу знань з метою оптимізації інформаційних процесів.

Ключові слова: дистанційне навчання, інформаційні технології, трансфер знань, прогресивна педагогіка

Zavgorodnii V., Yalova K., Yashina K.

DISTANCE LEARNING TECHNOLOGIES IN KNOWLEDGE TRANSFER SYSTEM OF THE MODERN UNIVERSITY

The article is provided results of the work package 5 in the framework of the international project IRNet. The authors identified the basic functional requirements for academic MOOC-platform as an effective toolkit to optimize the processes of knowledge transfer in the system of teacher-student. The article is allowed results for a more in-depth study of processes of interaction of participants of knowledge transfer system in order to optimize information processes.

Keywords: distance learning, information technology, knowledge transfer, progressive pedagogy

Дорофєєва З.Я., Урум Н.С., Трішин В.В.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В статье рассмотрены пути создания комплекса мониторинга загрязнений водной поверхности и определены современные требования к данным комплексам. Также приведена разработанная структурная схема комплекса. Делается вывод о необходимости построения модели функционирования комплекса и о продолжении дальнейших исследований в направлении определения функциональных характеристик, разрабатываемого комплекса.

Ключевые слова: комплекс мониторинга, загрязнение водной поверхности, радиолокатор бокового обзора, радиофизическая аппаратура.

Всевозрастающее антропогенное загрязнение океана становится проблемой высокой общественной значимости. Поверхностное загрязнение антропогенного происхождения в основном связано с разливом нефти и нефтепродуктов. Значительное количество нефти попадает в водные просторы при её добыче на шельфе (1 %), авариях (6 %), транспортировке и перегрузке (57%), со сточными водами (28 %) и из атмосферы (10%). По оценкам экспертов [1,3,6] в океан попадает до 10 млн. тонн нефти ежегодно. Поэтому проблема мониторинга водной поверхности, особенно около береговой черты, весьма актуальна. Соответственно потребность в недорогих аппаратных средствах, обеспечивающих возможность осуществлять мониторинг обширных акваторий, обнаруживать и картографировать нефтяные загрязнения обуславливают необходимость разработки комплекса мониторинга загрязнения водной поверхности.

Анализ функционирования национальных и международных систем экологического мониторинга [3-7] позволяет определить современные требования к подобным аналогичным комплексам. Комплекс мониторинга загрязнения водной поверхности должен:

- обеспечивать автоматическое и в реальном времени обнаружение нефтяных загрязнений, осуществлять их регистрацию и картографирование в любое время и в любых погодных условиях;
- обнаруживать нефтяные загрязнения с толщиной пленки от 1 мкм до единиц миллиметров и определять толщину пленки, толщиной свыше 50 мкм.;
- осуществлять обнаружение нефтяных загрязнений с вероятностью 0,95 при вероятности ложной тревоги 10^{-2} с минимальными линейными размерами 8 м при скорости обзора водной поверхности до 1400 км²/час.

Анализ существующих методов мониторинга [7-10] показывает, что наиболее приемлемые результаты показывают методы с использованием радиолокаторов бокового обзора и радиометрической аппаратуры. А для определения навигационной задачи используются GNSS приемник (приемники сигналов Глобальных навигационных спутниковых систем). Поэтому структурная схема комплекса мониторинга загрязнения водной поверхности будет иметь следующий вид (рис. 1).

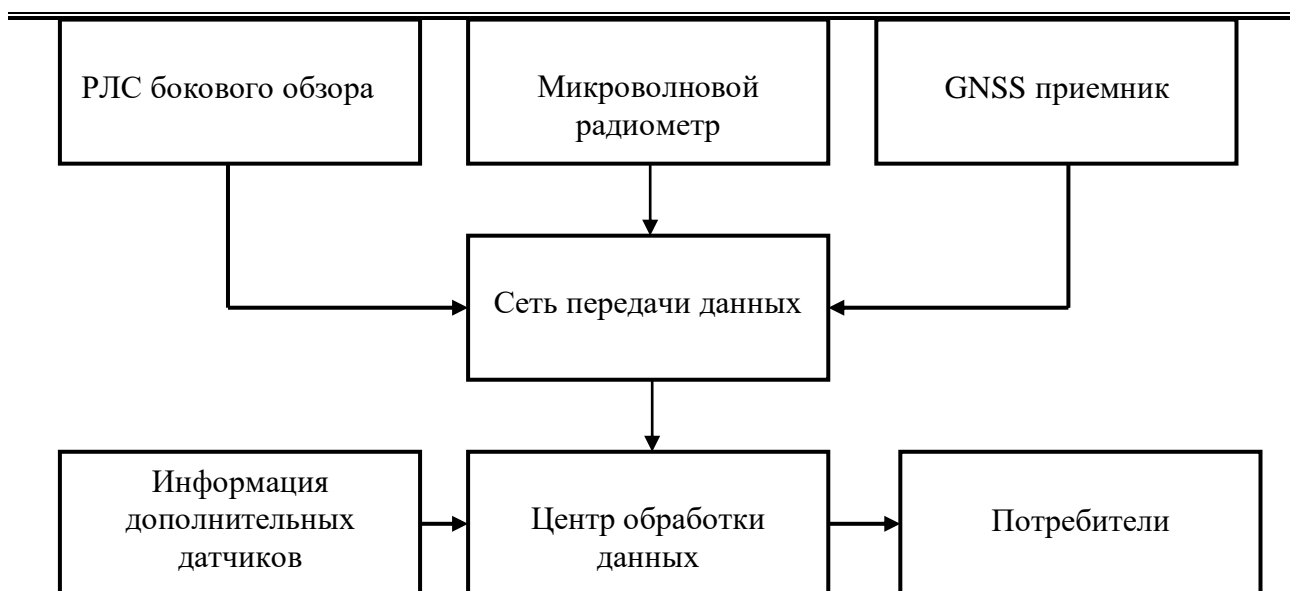


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса мониторинга загрязнения водной поверхности

Математические модели функционирования подобных систем (комплексов) достаточно хорошо известны.

Однако в случае, когда искомая функция отклика системы $\eta(x)$ неизвестна, задача выбора модели значительно усложняется. Вряд ли вообще возможно спланировать эксперимент, который бы позволил решить указанную задачу. В этом случае целесообразно решение данной задачи свести к некоторой последовательной процедуре, которая подразумевает чередование экспериментов следующих видов:

- а) функциональный вид поверхности отклика известен $\eta(x)=\eta(x,\Theta)$. Требуется уточнить параметр Θ .
- б) на основании теоретического анализа происходящего процесса выдвинуты гипотезы о виде поверхности отклика

$$\eta(x) = \begin{cases} \eta_1(x, \theta_1) \\ \eta_2(x, \theta_2) \end{cases}$$

Требуется найти зависимость $\eta(x)=\eta(x,\Theta)$, наилучшим образом описывающую данный объект.

Методы планирования экспериментов по поиску истинных моделей из некоторой заданной совокупности моделей являются по своей природе последовательными. Необходимо отметить, что указанные методы тем эффективнее, чем меньше число конкурирующих моделей $\eta_1(x,\Theta_1), \eta_2(x,\Theta_2), \dots, \eta_n(x,\Theta_n)$. Следовательно, задача экспериментатора – отыскать на основе анализа имеющихся теоретических и экспериментальных данных наименьшую совокупность возможных моделей. Последовательный процесс поиска математической модели представлен на рис.2.

Блок 1 соответствует экспериментальному этапу работы, т.е. техническому осуществлению спланированных ранее опытов. Вычисление оценок параметров Θ в предположении, что функциональный вид функции отклика $\eta(x,\Theta)$ известен, происходит в блоке 2. После того, как найдены оценки параметров, необходимо проверить, согласуется ли поведение функции $\tilde{\eta} = \eta(x, \tilde{\theta})$, где $\tilde{\theta}$ - значения оценок, с экспериментальными данными (блок 3).



Рисунок 2 – Последовательный процесс поиска математической модели

Если функция $\tilde{\eta}(x)$ соответствует экспериментальным данным, то в зависимости от обстоятельств эксперимент либо прекращается, либо планируется дополнительный эксперимент по уточнению требуемой совокупности параметров (блок 4).

Если функция $\tilde{\eta}(x)$ не соответствует экспериментальным данным, то возникает необходимость более тщательного анализа и пересмотра модели (блок 5) и проведения уточняющего эксперимента, который позволит установить, какая модель лучше описывает изучаемый объект (блок 6).

Таким образом, стратегию проведения эксперимента по выяснению математической модели мониторинга загрязнения водной поверхности можно представить в виде последовательности циклов 4-1-2-3 и 5-6-1-2-3. Порядок чередования этих циклов будет определяться результатами проверки согласованности между моделью и данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдучевский В.С., Успенский Г.Р. Народно-хозяйственные и научные космические комплексы. – М.: Машиностроение, – 1985. – 416 с.
2. Лебедев А.А., Нестеренко О.П. Космические системы наблюдения. Синтез и моделирование. – М.: Машиностроение, 1991. – 224 с.
3. Козелков С.В., Давыдов В.С., Загоруйко А.Н., Тихонов И.В. Богомья В.И., Панин В.В. Пути повышения эффективности функционирования украинских космических систем наблюдения Земли. / К.: КДАВТ, 2010. – Вып. 11. – С.5-10.
4. Сучасні космічні системи оптичної зйомки Землі / А.М. Явтушенко, С.В. Козелков, В.І. Богомья, С.Д. Ставицький: Навч. посіб. – К.: НАОУ, 2004. – 80 с.
5. Ханцеверов Ф.Р., Остроухов В.В. Моделирование космических систем изучения природных ресурсов Земли. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.
6. Кронберг П. Дистанционное зондирование Земли. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
7. Skou N/ Microwave radiometry for oil pollution monitoring. Measurements and Systemms\\ IEEE Trans. on Geosience and Remote Sensing. – 1986. – VGE-24/ – №2.

-
8. Богородский В.В., Кропоткин М.А., Шевелева Т.Ю. Методы и техника обнаружения нефтяных загрязнений вод.–Л.: Гидрометеиздат, 1975.-230 с.
 9. Основы геоэкологии//под редакц. В.Г. Морачевского.–М.: СПб ГУ, 1994. –51 с.
 10. Радиолокация Земли из космоса // Под редакц. Л.М. Митника и С.В. Суворова.– Л.: Гидрометеиздат, 1990.–340 с.

Дорофеева З.Я., Урум Н.С., Тришин В.В.

МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ

У статті розглянуті шляхи створення комплексу моніторингу забруднення водної поверхні. Також наведені сучасні вимоги до комплексу моніторингу та пропонується авторами структурна схема комплексу. Зроблено висновок про необхідність побудови математичної моделі функціонування комплексу та о подальших дослідженнях в напрямку визначення функціональних характеристик комплексу.

Ключові слова: комплекс моніторингу, забруднення водної поверхні, радіолокатор бокового огляду, радіофізична апаратура.

Dorofeeva Z.Ya., Urum N.S., Trishin V.V.

COMPLEX SURFACE WATER MONITORING

In article ways of creation of a complex of monitoring of contamination of water are considered and the modern requirements to the given complexes are defined. Also the developed skeleton diagram of a complex is resulted. The output about necessity of creation of model of functioning of a complex and about continuation of the further researches in a direction of determination of the functional characteristics, a developed complex becomes.

Keywords: a monitoring complex, contamination of water, side looking radar, radio physical equipment.

Мазур А.М., Будолак С.Ю., Ткаченко В.В., Гуменніков Р.В.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТОКСИЧНИХ ВИКИДІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

У статті розглянуто основні токсичні речовини, що виділяються при роботі двигунів внутрішнього згорання, причини їх утворення та вплив на довкілля. Порівняно викиди бензинових та дизельних двигунів.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, робота двигуна, дизель, токсичні речовини, забруднення атмосфери відпрацьованими газами.

Постановка проблеми. Питання забруднення довкілля відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання сьогодні дуже актуальне як в Україні, так і у всьому світі. Зменшення впливу токсичних речовин на довкілля розглядається на різних рівнях, від окремого підприємства до держав та міжнародних організацій урядів країн. Зокрема, Міжнародна Морська Організація (ІМО) постійну увагу приділяє підвищенню екологічності морського транспорту, зменшенню шкідливих викидів, розробленню технічних, організаційних заходів щодо їх обмеження. Зазначені фактори свідчать про актуальність питання зниження токсичних викидів при експлуатації двигунів внутрішнього згорання та подальшого їх вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання зменшення впливу шкідливих речовин, що виникають при експлуатації двигунів внутрішнього згорання докладно розглянуто науковцями: В.О. Звоновим, Ю.Ф. Гутаревичем, О.Д. Климпушем, М.М. Худолієм, В.І. Гдирею, О.І. Жегаліним, П.Д. Лупачевим, Б.П. Пугачевим, О.К. Костіним, Ю.Ю. Кочиневим та іншими. На теперішній час постійне зростання науково-технічного прогресу, підвищення автоматизації, збільшення потужностей морського транспорту вимагають більш детального вивчення можливостей як двигунів, так і властивостей палива, що в них використовується, тобто проведення подальших поглиблених наукових досліджень з метою покращення екологічних характеристик морського транспорту.

Мета дослідження полягає у вивченні механізмів утворення та шляхів зниження шкідливих речовин, що утворюються при експлуатації двигунів внутрішнього згорання.

Основні результати дослідження. Основна кількість забруднюючих атмосферу речовин виділяється при роботі теплових двигунів. Особливо широко використовуються теплові двигуни внутрішнього згорання, в яких хімічна енергія рідкого палива перетворюється в робочій порожнині двигуна на теплову та далі механічну. Найбільш поширеними є поршневі двигуни внутрішнього згорання – бензинові та дизелі. Робота цих двигунів супроводжується рядом явищ, які негативно впливають на навколишнє середовище. Основне з них – забруднення атмосфери токсичними речовинами, які містяться у відпрацьованих газах, що складаються близько 1200 різних компонентів.

Поряд з нетоксичними компонентами (азот, кисень, водень, водяна пара) відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання містять речовини, що шкідливо впливають на навколишнє середовище та людину. До таких належать окис вуглецю (CO), вуглеводні (C_mH_n), окис та двоокис азоту (NO та NO₂), альдегіди, двоокис сірки (SO₂), сажа, канцерогенні речовини. Концентрація речовин у відпрацьованих газах двигунів наведена у таблиці 1[1].

Концентрація речовин у відпрацьованих газах двигунів

Токсичні компоненти	Бензиновий двигун	Дизель
Окис вуглецю, %	До 10%	0,2
Вуглеводні, %	До 0,5	0,01
Окис та двоокис азоту, %	До 0,5	0,25
Альдегіди, %	0,03	0,002
Двоокис сірки, %	0,008	0,03
Сажа, г/м ³	До 0,04	0,1-1,1

У двигунів із зовнішнім сумішоутворенням, наприклад бензинових, найбільша частка шкідливих викидів припадає на окис вуглецю, у той час як у двигунів з внутрішнім сумішоутворенням (дизелі) – на сажу. Це пояснюється істотною відмінністю утворення горючої суміші та горіння. Якщо у бензинового двигуна процес горіння в циліндрі можливо розглядати як горіння гомогенної суміші, то в циліндрах дизеля здійснюється гетерогенне горіння, якість якого залежить від характеристик впорскування палива, форми камери згорання, інтенсивності сумішоутворення та ін. При організації малотоксичного робочого процесу в дизелі необхідно забезпечити повне згорання палива по всьому об'єму камери згорання, а у бензинових двигунів – оптимальне співвідношення палива та повітря в суміші [2].

Серед токсичних речовин, що виділяються при роботі двигунів внутрішнього згорання, найбільше припадає на окис вуглецю, що є газом без кольору та запаху і утворюється при неповному згоранні вуглецю палива. Питома густина його менша повітря, тому газ легко поширюється в атмосфері та зберігається там до 5 років [1].

У двигунах внутрішнього згорання утворення окису вуглецю може відбуватися під час холоднополум'яних реакцій (в дизелях), при згоранні паливно-повітряних сумішей з деякою нестачею кисню, а також внаслідок дисоціації двоокису вуглецю, що виникає при високих температурах. У процесі наступного горіння та розширення за наявності кисню можливе горіння окису вуглецю [3].

Наявність вуглеводнів у відпрацьованих газах пояснюється двома причинами. З одного боку, паливно-повітряна суміш в циліндрах не є однорідною, внаслідок чого в окремих місцях паливо згорає з нестачею кисню. Це призводить до припинення процесу поширення полум'я, через що частина вуглеводнів не бере участі в процесі горіння та викидається у навколишнє середовище. З іншого боку, біля холодних стінок камери згорання гасіння полум'я виникає навіть за умови наявності кисню, а незгорілі вуглеводні також потрапляють у довкілля NO [4].

До факторів, що впливають на кількість вуглеводнів, що не згоріли, також необхідно врахувати відношення поверхні камери згорання до її об'єму, кількість залишкових газів у циліндрі двигуна, ступінь турбулентності заряду, склад суміші, тиск та температура процесу горіння, протікання процесу догорання після проходження фронту полум'я. Утворенню вуглеводнів також сприяє змащувальне мастило, що потрапляє до камери згорання, підтікання палива із розпилювача форсунки після закінчення впорскування, що одночасно призводить до збільшення викидів сажі [2].

Згорання палива в циліндрах двигунів проходить при високих температурах, при яких проходять побічні реакції, які супроводжуються виділенням токсичних речовин, головним чином окису азоту NO [4].

У відпрацьованих газах двигунів від 90 до 99% всієї кількості окисів азоту складає окис азоту NO. Однак, вже в системі випуску та далі в атмосфері проходить окислення NO у двоокис азоту NO₂.

NO₂ – газ червоно-бурого кольору, який в малих концентраціях не має запаху, добре розчиняється у воді з утворенням кислот [2].

Необхідною умовою утворення окису азоту є температура вище 1600°С.

Кількість окисів азоту в міру зменшення навантаження двигуна помітно знижується. На холостому ходу утворюється невелика кількість окису азоту.

Двоокис азоту, що виділяється при роботі двигунів, під дією сонячного проміння розпадається на атомарний кисень та окис азоту, які при взаємодії з киснем повітря утворюють двоокис азоту та озон. Внаслідок хімічної взаємодії озону з ненасиченими вуглеводнями утворюються високоактивні недоокислені речовини (оксиданти), які призводять до утворення смогу. Токсикологічний ефект впливу окисів азоту на живий організм приблизно у десять разів вищий, ніж СО [4].

Якщо утворення продуктів неповного згоряння палива визначається в цілому недосконалістю процесу згоряння, то утворення окисів азоту – його досконалістю з точки зору ефективності використання енергії палива. Чим вища максимальна температура циклу, тим вищий коефіцієнт корисної дії циклу, тим більше утворюється NO_x . Саме в цьому полягає основна складність комплексного підходу до зниження токсичності двигунів внутрішнього згоряння [2].

Альдегіди утворюються в дизелях у період холодного полум'я, що передують реакції горіння та є її типовими продуктами. Як правило, утворення альдегідів проходить при дуже низьких температурах горіння, що спостерігається при охолодженні суміші холодними поверхнями камери згоряння двигуна.

У процесі згоряння при високих температурах альдегіди можуть згоріти. Наявність їх в відпрацьованих газах двигунів свідчить про згоряння частини палива при низьких температурах [3].

Двоокис сірки утворюється у процесі згоряння сірки, яка знаходиться в пальному, при надлишку кисню. SO_2 – безбарвний газ, легко конденсується у безбарвну рідину, добре розчиняється у воді. При цьому частково проходить реакція з водою з утворенням сірчистої кислоти. Шкідлива дія двоокису сірки приблизно в шість разів сильніша за дію окису вуглецю. Викид двоокису сірки з відпрацьованими газами дизеля пропорційний кількості згорілого палива, тобто навантаженню двигуна [4].

Твердий вуглець (сажа) утворюється в процесі горіння твердого вуглецю в результаті піролізу (термічного розпаду) молекул вуглецю в умовах нестачі кисню [3].

Виділення сажі у відпрацьованих газах дизеля відбувається через неоднорідність складу суміші. У процесі згоряння при підводі тепла до краплинок палива розпад вуглеводних сполук супроводжується виділенням чистого вуглецю (сажі). Більша частина вуглецю згоряє в циліндрі та тільки 1% викидається з відпрацьованими газами.

При вмісті 130 мг сажі на 1 м³ відпрацьованих газів вихлоп дизеля стає видимим. Головною небезпекою наявності частинок сажі у повітрі є те, що вона є носієм канцерогенних речовин [4].

Первинні структури, із яких складається сажа, утворена в дизелях, є частинками сферично форми діаметром 0,015-0,17 мкм з питомою геометричною поверхнею до 75 м²/г. Однак, у процесі згоряння відбувається коагуляція частинок сажі, яка призводить до виникнення вторинних і третинних структур. У відпрацьованих газах дизелів сажа знаходиться у вигляді утворень неправильної форми з лінійними розмірами 0,3-100 мкм. Більша частинка сажових утворень має розміри 0,4-5 мкм.

У процесі розширення газів у циліндрі дизеля до частинок сажі надходить кисень, тобто утворюються сприятливі умови для вигорання сажі. Виділення сажі з відпрацьованими газами залежить як від процесу її утворення, так і від процесу її вигорання.

Утворення сажі також залежить від складу палива, на якому працює двигун. Найбільш схильні до утворення сажі вуглеводні нафталінового ряду, дещо менше – ароматичні вуглеводні. Найменшу кількість сажі утворюють алкани.

У дизелі, однак, можна спостерігати явище, коли при більшому навантаженні паливо, що містить ароматичні вуглеводні, утворює менше диму за паливо, що має у складі алкани (парафіни). Це відбувається через більш тривалий період індукції у випадку палива з

ароматичними вуглеводнями, внаслідок чого суміш у камері згорання має більше можливостей стати гомогенною до початку горіння.

При турбулентному змішуванні горючої суміші утворення сажі зменшується, а її вигорання збільшується. При режимах роботи двигуна, що характеризуються малим коефіцієнтом надлишку повітря (режими перевантажень та ін.), а також на режимах з малим виділенням окислів азоту (наприклад, холостий хід) у сумарній кількості токсичних викидів дизелів сажа має переважне значення.

Розрізняють темний дизельний дим, у якому переважає тверда дисперсна фаза (сажа), та світлий дим (з перевагою вмісту рідкої дисперсної фази). Світлий дим (його також називають холодним) виникає зазвичай при запуску холодного двигуна [3].

Висновки. На сьогодні існує багато шляхів зменшення впливу шкідливих викидів, що утворюються в результаті роботи двигунів внутрішнього згорання, які можливо віднести як до конструктивних особливостей, експлуатаційних характеристик, так і до вимог щодо складу палива, що в них застосовується. Тобто, дослідження щодо зниження шкідливого впливу двигунів можливо, щонайменше, розглядати у трьох згаданих напрямках, комплексний підхід до яких, безперечно, приведе до підвищення екологічності транспорту в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гутаревич Ю. Ф. Запобігання забруднення повітря двигунами. – К.: Урожай, 1982. – 230 с.
2. Жегалин О. И., Лупачев П. Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М.: Транспорт, 1985. – 320 с.
3. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1973. – 346 с.
4. Гутаревич Ю. Ф., Климуш О. Д., Худолий Н. Н., Гдыря В. И. Снижение токсичности выбросов при эксплуатации автомобиля. – К.: Техніка, 1981. – 260 с.

Мазур А.М., Будолак С.Ю., Ткаченко В.В., Гуменников Р.В.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТОКСИЧЕСКИХ ВЫБРОСОВ, КОТОРЫЕ ВОЗНИКАЮТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В статье рассмотрены основные токсические вещества, которые выделяются при работе двигателей внутреннего сгорания, причины их возникновения и влияние на окружающую среду. Проведено сравнение выбросов бензиновых и дизельных двигателей.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, работа двигателя, дизель, токсические вещества, загрязнение атмосферы отработанными газами.*

Mazur A.M., Budolak S.Yu., Tkachenko V.V., Gumenikov R.V.

ANALYSIS OF THE MAJOR TOXIC EMISSION, EVOLVING FROM THE INTERNAL COMBUSTION ENGINES USAGE

The article shows major toxic substances, which are evolved during the usage of internal combustion engines, causes of their formation and the impact on the environment. Emission of petrol and diesel engines is compared.

Keywords: *internal combustion engine, engine operation, diesel, toxic substances, air pollution, exhaust gases.*

Пашков Д.П., Кучерук Г.Ю.

МЕТОД СПЕКТРАЛЬНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ В ВІДЕОСПЕКТРОМЕТРАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

У справжній статті розглядаються деякі питання створення відеоспектрометрів, робиться спроба оцінити доцільність використання оптичних спектральних систем і методів при вирішенні завдань, що стоять перед оптико-електронними системами, а саме, виділення корисного сигналу на фоні завади. На основі аналітичного огляду визначені напрями розвитку відеоспектрометрів.

Ключові слова: відеоспектрометр, спектральні характеристики, спектральна фільтрація

Вступ. Швидкий розвиток оптико-електронних систем (ОЕС) безперервно розширює круг їх вживання при вирішенні багатьох складних завдань. Оптико-електронні системи, що розробляються, використовують декілька паралельних каналів прийому первинної обробки інформації, багатоелементні приймачі випромінювання, складні алгоритми обробки сигналів, що базуються на спеціалізованих логічних і обчислювальних пристроях. У останнє десятиліття ведуться багаточисельні розробки ОЕС, що будуються на основі принципів фільтрації, що є основною тенденцією розвитку оптико-електронного приладобудування [1]. Окрім цього, все більше уваги приділяється адаптивним оптико-електронним пристроям, що реалізують фільтрацію зображення на параметричному і схемотехніці рівні. Це дозволяє здійснити управління параметрами оптичних, спектральних, просторових і часово-частотних пристроїв, а також варіювати іншими характеристиками ОЕС [1].

Аналіз предметної області. Фахівцями встановлено, що для розпізнавання образу необхідно використовувати, принципи виділення тих або інших ознак [2]. З цією метою виробляється зіставлення об'єктів одного класу, виділяючи їх спільність і відбираючи розділяючі ознаки. Особливістю сприйняття оптичної інформації є декореляція зображень у просторі та часі в цілях усунення статистичних надлишкових зв'язків сусідніх елементів зображення. Це дозволяє використовувати лише найбільш інформативні ознаки розпізнаваних образів і найекономніше закодувати дану інформацію.

Найчастіше використовується геометрична інтерпретація розпізнавання, в якій до кількості ознак зображення утворюють в багатовимірному просторі вектор його ознак, тобто крапки, що характеризують окремі об'єкти. Віднесення цих крапок до того або іншого об'єкту здійснюється за допомогою функцій дискримінантів досить детальний описаних в [1].

Кожному класу образів відповідають свій вектор математичного чекання і ковариационна матриця, що враховують випадковий характер ознак сигналу. Унаслідок випадкової природи ознак, що характеризують самі різні об'єкти, і сигналів, що приходять на вхід системи розпізнавання (ОЕС), для багатьох прикладних завдань, особливо в області спеціальної техніки, використовують статистичний підхід до вирішення завдань виявлення, розпізнавання, класифікації. Методи статистичного розпізнавання образів, що використовують функції розподілу вірогідності ознак і класів образів, досить добре вивчені і теоретично представляються найбільш перспективними для ОЕС інтелектуального типу різного призначення [1,3].

На основі проведеного аналізу літератури і матеріалів фахівців, пропонується одна з доріг побудови перспективних ОЕС, що і є метою даної статті.

Виклад основного матеріалу. У останніх час знайдені рішення і розроблені алгоритми, засновані на порівнянні відомих розподілів безлічі ознак в багатовимірному просторі з розподілом, відповідним змінам ознак в реальній системі.

Обробка ознак в системах розпізнавання найчастіше ведеться трьома способами: відбором найбільш інформативних ознак (відбором підмножин), утворенням стосунків окремих ознак (стосунків окремих компонент вектора ознак) і утворенням лінійних комбінацій окремих ознак. Всі ці способи досить прості для практичної реалізації.

Із-за необхідності обробляти в реальному масштабі часу великого об'єму "гіперспектрального" зображення, що часто виникає на практиці, використання цифрових ЕОМ не завжди виявляється досить ефективним [3].

Для обробки зображення і рішення задачі виявлення оптичних образів, в сучасних ОЕС необхідно створювати банк даних образів (сукупність сигналів, сигнатур), які містять лише обмежене число відмітних ознак. Вибір ознак, що найістотніше відрізняють даний клас образів (об'єктів, зображень, сигналів), є найважливішим завданням при розробці ОЕС. Тому при розробці нових і вдосконаленні існуючих ОЕС дуже поважно відібрати мінімальне число таких ознак, що забезпечують задані показники якості роботи ОЕС, але що не ускладнюють їх конструкцію і що тим самим не знижують надійність роботи систем і що здорожують їх виробництво і експлуатацію. Найбільш часто використовуваними групами ознак є:

- геометричні, виділення і обробка яких залежить перш за все від просторового дозволу ОЕС;
- спектральні, виділення і обробка яких залежить від спектральної роздільної здатності ОЕС (поглинальна, випромінювальна і відбивна здібності);
- енергетичні, такі, що характеризуються зазвичай відношенням сигнал/шум;
- динамічні, використовуючі інформацію про зміну координат об'єкту, про швидкість його переміщення і ін.

У кожному конкретному випадку виявлення, розпізнавання і класифікація тих або інших об'єктів доцільно використовувати обмежені сукупності стійких ознак, аби не ускладнювати конструкцію ОЕС.

Найбільш частіше в літературі розглядається інформація, яка використовує сукупність геометрикооптичних і динамічних ознак об'єктів (просторова і просторово-часова фільтрація сигналів на тлі перешкод). Як первинні ознаки використовуються параметри двовимірного зображення – координати в площині зображень, розміри зображення, форма зображення, геометричні моменти, і так далі, і одна часова ознака (швидкість руху зображення або тривалість сигналу).

Просторовий дозвіл ОЕС визначається параметрами і характеристиками оптичної системи, від яких залежить якість створюваного нею зображення, а також параметрами приймача випромінювання і вибраним алгоритмом освіти і обробки сигналу, що знімається з приймача.

Спектральні оптичні ознаки об'єктів і сигналів використовуються в більшості випадків доки обмежено. Зараз використовується простий підхід – режекторна (смугова або односмугова) або спектральна оптична фільтрація. Спектральна оптична фільтрація зазвичай складається з вибору такого робочого діапазону оптичного спектру, для якого відношення сигналу від спостережуваного випромінювача до сигналу від перешкоди на виході приймача є найбільшим [1]. Вибором спектральної характеристики оптичного фільтру $\tau_{\phi}(\lambda)$ і кордонів його пропускання $\lambda_1 \dots \lambda_2$ зазвичай прагнуть максимізувати корисний сигнал на виході приймача випромінювання

$$U_c \sim \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} M_c(\lambda) \tau_c(\lambda) \tau_0(\lambda) \tau_{\phi}(\lambda) s(\lambda) d\lambda ,$$

і мінімізувати сигнал перешкоди

$$U_n \sim \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} M_n(\lambda) \tau_c(\lambda) \tau_0(\lambda) \tau_\phi(\lambda) s(\lambda) d\lambda.$$

Тут $M_c(\lambda)$ і $M_n(\lambda)$ - спектральна щільність випромінювання джерела корисного сигналу і перешкоди відповідно; $\tau_c(\lambda)$ і $\tau_0(\lambda)$ - спектральні коефіцієнти пропускання середовища поширення і оптичної системи; $s(\lambda)$ - спектральна чутливість приймача випромінювання. При оптимальному виборі $\tau_\phi(\lambda)$ і $\lambda_1 \dots \lambda_2$ відношення U_c/U_n буде максимальним. Практично навіть при відомих $M_c(\lambda)$, $M_n(\lambda)$, $\tau_c(\lambda)$, $\tau_0(\lambda)$, що далеко не завжди має місце, важко досягти такого оптимуму, оскільки технологічно складно або навіть неможливо виготовити фільтр з потрібною $\tau_\phi(\lambda)$. Крім того, вигляд цих функцій може помітно мінятися в процесі роботи оптико-електронної системи.

Для досягнення [4] максимального перевищення сигналу від випромінювача із спектральною характеристикою $M_c(\lambda)$ над сигналом від випромінювача (перешкоди) із спектром $M_n(\lambda)$ доцільно застосувати погоджений фільтр з характеристикою вигляду

$$\tau_\phi = \frac{M_c(\lambda_{\max})}{M_c(\lambda_{\max}) - M_n(\lambda_{\max})} \frac{M_c(\lambda) - M_n(\lambda)}{M_c(\lambda)}, \quad (1)$$

де λ_{\max} - довжина хвилі, при якій відношення монохроматичних сигналів $M_c(\lambda)$ і $M_n(\lambda)$ максимальна.

Вживання оптичного фільтру з характеристикою вигляду (1) дозволяє підвищити контраст між корисним сигналом і перешкодою на декілька десятків відсотків в порівнянні з відсікаючим двостороннім фільтром. Проте виготовити фільтр з розрахованою по формулі (1) характеристикою досить складний.

Одним з перспективних напрямів, є вживання методу балансної спектральної фільтрації [6]. Даний метод може бути використаний для декількох спектральних каналів, причому сигнали, що знімаються з виходів цих каналів, не обов'язково мають бути рівні між собою. Поважно встановити досить певне співвідношення між цими сигналами, властиве випромінюванню об'єкту, що виявляється або відстежуваного, і відмінне від співвідношення, властивого випромінюванню можливих перешкод. Окрім цього, збільшення числа спектральних каналів у складі ОЕС, може помітно підвищити "інтелектуальність" цих систем і комплексів, в які вони входять, тобто поліпшити їх показники якості. Проте при реалізації схем балансної фільтрації використовуються растри, що забезпечують спектральну фільтрацію спостережуваного об'єкту на тлі перешкод [2]. Такий растр «набирається» з елементів, одні з яких пропускають в одній області спектру (у діапазоні довжин хвиль $\lambda_1 \dots \lambda_2$), а інші в іншій ($\lambda_3 \dots \lambda_4$). Якщо спектральне пропускання растру в цих областях підібрати так, щоб сигнали від перешкоди на виході приймача в обох областях спектру були рівні, то глибина модуляції сигналу від перешкоди буде близька нулю. У теж час [3] для об'єкту, спектр випромінювання якого відрізняється від спектру випромінювання перешкоди, сигнали в областях $\lambda_1 \dots \lambda_2$ і $\lambda_3 \dots \lambda_4$, тобто при проходженні потоку від об'єкту через різні вічка растру, будуть різні і глибина модуляції корисного сигналу буде помітна відрізнятися від нуля. Проте, складність у виготовленні самих растрів, наявність механічних частин, труднощі в забезпеченні перебудови по діапазонах в реальному масштабі часу обмежують їх вживання на практиці.

Однією з можливих доріг вдосконалення методу балансної спектральної фільтрації є розробка динамічної перебудови діапазону на основі акустооптичного фільтру.

Акустооптичні методи спектрального аналізу засновані на використанні як дисперсійний елемент динамічних дифракційних ґрат, створюваною ультразвуковою хвилею, що біжить.

Динамічний характер дисперсійного елементу в цьому випадку, визначає основні достоїнства акустооптичних пристроїв спектрального аналізу випромінювання, в порівнянні з растрами.

Для ефективної роботи оптико-електронної системи із застосуванням растрів, при спектральних характеристиках перешкод, що постійно змінюються, необхідно здійснювати автоматичне балансування растру, що передбачає введення в схему додаткового фільтру балансування, що спричиняє за собою ускладнення конструкції системи і роботи самої схеми.

Акустооптичні методи спектральної селекції передбачають використання перебудовуваних акустооптичних фільтрів, які володіють можливістю власної перебудови у всьому оптичному діапазоні, що дозволить істотно підвищити динамічні можливості методів спектральної фільтрації в оптико-електронних системах. Таким чином, структурна схема оптико-електронних систем з врахуванням вказаних недоліків представлена на рис. 1.

Особливістю розробленої системи, є зміна ознак ґрунту і фону, на якому спостерігається об'єкт, зміна умов прийому сигналів від об'єктів, виникнення додаткових перешкод, і нарешті, зміна параметрів і характеристик самої системи розпізнавання (ОЕС) – ось ті чинники, які раніше інших роблять доцільним вибір і формування таких первинних і вторинних ознак сигналу, які, будуть найбільш стійкі до вказаних змін.

При цьому, спектральні відбивні і випромінювальні здібності більшості об'єктів природного або штучного походження (цілей, перешкод, фонів) описуються одинимодальною функцією розподілу вірогідності [4]. Це помітно спрощує процес навчання класифікатора системи розпізнавання по цих ознаках, тобто спектральні оптичні ознаки можуть виявитися переважно геометрооптичеських.

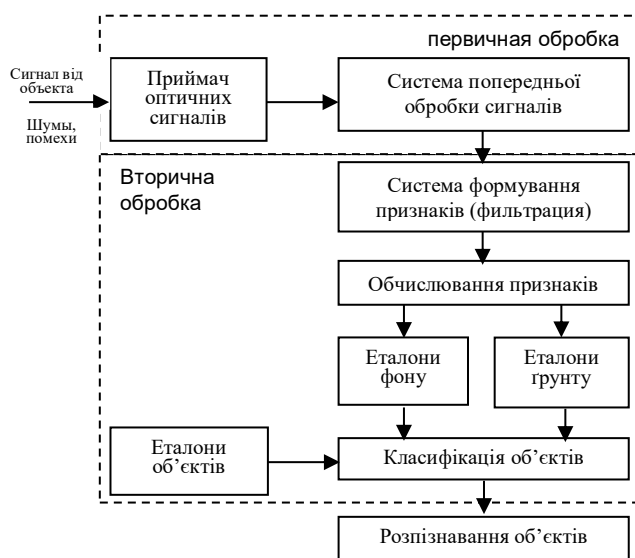


Рисунок 1 – Структурна схема оптико-електронного тракту

Проведені дослідження показали, що однією з досить стійких і інформативних ознак багатьох об'єктів є колір. Спектральний дозвіл ОЕС залежить від кількості робочих спектральних діапазонів або “спектральних вікон” системи, в яких збираються дані про поле, що переглядається. Дуже важливим є питання про кількість таких вікон, необхідну для надійного розпізнавання. Це пояснюється тим, що при збільшенні числа спектральних діапазонів необхідна оцінка безлічі статистик усе більш високої розмірності по обмеженому фіксованому числу спектральних вибірок. При цьому помітно ускладнюється система обробки даних в реальній системі, наприклад, невинувато збільшується машинний час, необхідний для проведення складних обчислень. Таким чином, існує оптимальне число спектральних ознак [3].

Проведені дослідження показали, що однією з досить стійких і інформативних ознак багатьох об'єктів є колір. Спектральний дозвіл ОЕС залежить від кількості робочих спектральних

діапазонів або “спектральних вікон” системи, в яких збираються дані про поле, що переглядається. Дуже важливим є питання про кількість таких вікон, необхідну для надійного розпізнавання. Це пояснюється тим, що при збільшенні числа спектральних діапазонів необхідна оцінка безлічі статистик усе більш високої розмірності по обмеженому фіксованому числу спектральних вибірок. При цьому помітно ускладнюється система обробки даних в реальній системі, наприклад, невиправдано збільшується машинний час, необхідний для проведення складних обчислень. Таким чином, існує оптимальне число спектральних ознак [3].

Висновки. Таким чином, використання оптико-електронних систем, а також з використанням методів спектральної фільтрації за наявності нових обчислювальних засобів з великою швидкістю обробки багатовимірної інформації, що отримується від цих систем, дозволяє в реальному масштабі часу дозволяє вирішувати завдання виявлення, розпізнавання, класифікації і ідентифікації самих різних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. – М.: Логос, 1999. – 480 с.
2. Купченко Л.Ф., Пашков Д.П., Рыбалка Г.В., Черкашина Е.Л. Информационная селекция изображений в видеоспектрометрах дистанционного зондирования Земли, оснащенных акустооптическими фильтрами // Системы обробки інформації. – Х.: ХУПС. – 2005. – Вип.8 (48). – С.55-64.
3. Пашков Д.П. Анализ развития оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли// Системы управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІНУ. – 2008. – Вип. 4 (8). – С.15–17.
4. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды; Учебное пособие для вузов / В.И. Кодинцев, В.И. Орлов, М.Л. Белов и др. Под ред. В.Н. Рождественский – М.; Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, – 580 с.
5. Мишев Д. Дистанционные исследования Земли из космоса: Пер. с болг. – М.: Мир, 1985. – 232 с.
6. Акустооптические эффекты при сильном взаимодействии. Теория и эксперимент (Метод непрерывных дробей при решении акустооптических задач) / Под ред. Купченко Л.Ф. Монография. – Х.: ООО «Эдена», 2009. – 264 с.

Пашков Д.П., Кучерук Г.Ю.

МЕТОД СПЕКТРАЛЬНОГО ФИЛЬТРАЦИИ В ВИДЕОСПЕКТРОМЕТРАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В настоящей статье рассматриваются некоторые вопросы создания видеоспектрометров, делается попытка оценить целесообразность использования оптических спектральных систем и методов при решении задач, стоящих перед оптико-электронными системами, а именно, выделение полезного сигнала на фоне помехи. На основе аналитического обзора определены направления развития видеоспектрометров.

Ключевые слова: видеоспектрометр, спектральные характеристики, спектральная фильтрация

Pashkov D.P., Kucheruk G.Yu.

METHOD OF SPECTRAL FILTRATION IN VIDEOSPECTROMETERS

In this article some questions of creating video spectrometry are considered, an attempt is made to evaluate the expediency of using optical spectral systems and methods when solving the problems facing optoelectronic systems, namely, the selection of a useful signal against the background of interference. On the basis of the analytical review, directions for the development of video spectrometers are determined.

Keywords: video spectrometer, spectral characteristics, spectral filtration

Овчарук І.В., Желєзний В.В., Байрамова О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ПАСАЖИРОПОТОКІВ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

В статті розглянуто інформаційну систему, яка враховує вимоги пасажирів та перенаправляє пасажиропотоки; наведено типизацію методів аналізу пасажиропотоків; зроблено розрахунок необхідної кількості поїздів, враховуючи завантаженість ліній.

Ключові слова: *інформаційна система, пасажиропотік, перерозподіл пасажиропотоків, програмний інтерфейс, база даних.*

Постановка проблеми. Київ має розвинену транспортну інфраструктуру. Одним з найважливіших видів транспорту для великих міст є метрополітен. Київський метрополітен – швидкісна транспортна система Києва. Деякі лінії метрополітену постійно або в «годину пік» мають дуже великі пасажиропотоки. Тому розробка інформаційної системи (ІС), функціональні можливості якої забезпечували б розрахунок пасажиропотоків та їх перерозподіл між різними видами транспорту чи різними маршрутами, в тому числі й при введенні в експлуатацію нових ліній метрополітену, є актуальною.

Існуючі системи підрахунку пасажиропотоків – це в основному системи моніторингу пасажиропотоку в маршрутках, автобусах, трамваях, тролейбусах та інших видах муніципального транспорту, в яких підрахунок пасажирів здійснюється емпіричним шляхом.

Існуючі методи моніторингу пасажиропотоків класифікуються за [1]:

- ✓ тривалістю періоду моніторингу: систематичні (щодня, щотижня і т.д.), разові (короткочасні);
- ✓ шириною охоплення: *суцільні* (одночасно по всій транспортній мережі району, що обстежується, в середньому 1 раз на 3 роки); *вибіркові* (по окремих районах руху, обстежується 1 раз в квартал);
- ✓ видами опитування користувачів: *анкетний* (шляхом заповнення спеціальних опитувальних анкет); *звітно-статистичний* (грунтується на квитково-облікових листах і кількості проданих квитків); *талонний* (шляхом видачі обліковцям спеціально заготовлених талонів різних кольорів); *табличний; візуальний* (шляхом збору даних на маршрутах зі значним пасажирообміном).

Розробка ІС перевантаження пасажиропотоків та визначення оптимальних маршрутів руху пасажирів є актуальною задачею. Всі існуючі системи потребують значних коштів і мають ряд недоліків. Наприклад, вони не надають можливості побудови вибіркового маршруту з переходом з одного виду транспорту на інший. Тому є доцільним розроблення ІС, яка забезпечувала б розв'язання існуючих проблем перерозподілу пасажиропотоків. ІС, що пропонується, надає можливість допомоги користувачам щодо орієнтування у незнайомому місці та оптимальному виборі громадського транспорту для свого пересування по місту.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій. Вклад в дослідження розподілу пасажиропотоків внесли М.В. Януш, П.В. Попович, О.П. Цьонь, А.В. Набута [2,3]. В їхніх роботах досліджується ефективність роботи пасажирських транспортних засобів, проаналізовано існуючі інформаційно-технологічні аспекти та принципи дослідження

пасажиropотоків, висвітлені основні переваги та недоліки існуючих методів розв'язання проблем, пов'язаних із дослідженням пасажиropотоків. Зокрема, О.Ю. Палант [4] провів огляд методів обстеження пасажиropотоків, висвітливши їх переваги та недоліки.

Розв'язання проблем оперативного збору та обробки інформації щодо пасажиropотоку здійснюється в такому класі ІС як автоматизовані системи обліку пасажиropотоку (АСУПП) [5]. В [6] розглянута ІС керування процесом перевезення та інфраструктурою транспорту, серед основної функції якої є також планування міжнародних перевезень пасажирів. ІС керування технологічними аспектами в транспортній галузі розглянуто в [7].

Метою даної статті є дослідження моніторингу, обліку та перерозподілу пасажиropотоків транспортних систем Києва та розробка відповідної ІС, яка має бути ефективною, зручною у використанні і відносно дешевою.

Викладення основного матеріалу. Метро м.Києва має три діючі лінії, експлуатаційна довжина яких становить 69,648км. До послуг пасажирів – 52 станції з трьома підземними пересадочними вузлами в центрі міста. Для поліпшення обслуговування пасажирів у метрополітені впроваджено мобільний зв'язок, встановлено інформаційні монітори.

ІС, що пропонується авторами, має наступні компоненти:

- ✓ побудова маршруту по одному типу транспорту;
- ✓ побудова маршруту з можливістю вибору спеціальних параметрів:
- ✓ швидкий маршрут (мінімальний час),
- ✓ оптимальний маршрут з мінімальною кількістю пересадок;
- ✓ побудова маршруту з можливістю пересадки на будь-який вид транспорту (в даному випадку метро, міська електричка, швидкісний трамвай);
- ✓ перегляд схем у повному розмірі та можливістю використати масштаб зображення;
- ✓ перегляд історії розвитку київського метрополітену у повноекранному режимі.

База даних (БД) ІС відображає інформацію про розклад руху міської електрички, трьох ліній метро та швидкісних трамваїв №1 – №5.

ІС враховує перерозподіл пасажиropотоків в залежності від часу доби (найбільші потоки виникають в «годину пік»), дня тижня (зазвичай, у вихідні дні потоки пасажирів зменшуються), пори року (влітку населення їде у відпустку – потоки зменшуються). Тобто, враховуючи вище сказане, можна зробити висновок, що величина пасажиropотоку F є функціоналом, що залежить від часових характеристик $F(T, D, S)$, де T – час доби, D – день тижня, S – сезон.

Для створення ІС перерозподілу пасажиropотоків проводилося дослідження завантаженості наземного пасажирського транспорту у м. Київ та діючих ліній метрополітену. Крім того було проведено обчислення кількості поїздів для усунення проблем, що виникають у зв'язку з перевантаженістю ліній (особливо в «годину пік»), враховуючи часові коливання обсягів пасажиropотоків.

Визначення необхідної кількості поїздів у метрополітені проводилося з урахуванням їх завантаженості, яка залежить від часових характеристик пасажиropотоків.

Для забезпечення оптимального наповнення рухомого складу, відповідного коливанням пасажиropотоків, має змінюватися кількість, місткість і розподіл рухомого складу по транспортній мережі.

Потрібна кількість поїздів при відомому пасажиropотоку на найбільш завантаженій ділянці маршруту в «годину пік» може бути визначено за формулою: $K = (Q_{\max} * t_0) / Q$, де K – кількість поїздів, Q_{\max} – максимальна потужність пасажиropотоку на найбільш завантаженій ділянці маршруту в «годину пік» (тис. пас.); t_0 – час оборотного рейсу (год.); Q – обсяг перевезених пасажирів за добу (тис. пас.).

Основними характеристиками роботи поїздів на маршрутах є частота та інтервал руху. Частота руху (Θ) – кількість поїздів, що проходять через зупинку в одному напрямку по одному маршруту за одну годину, визначається за формулою $\Theta = K / t_0$.

На ділянках з великою кількістю маршрутів виявляють максимальну *пропускну здатність* лінії зупиночних пунктів (найбільшу кількість поїздів, яку може бути пропущено за одну годину в одному напрямку руху при дотриманні повної безпеки руху) та відповідну їй максимальну *провізну спроможність* (максимальну кількість пасажирів, що може бути перевезена поїздами протягом однієї години в одному напрямку).

Провізна здатність однієї лінії метрополітену залежно від місткості поїзда, знаходиться в межах 7-21 тис. Пас/місце). Наповнення поїзда в «години пік» визначається кількістю місць для сидіння і кількістю пасажирів, що стоять, з розрахунку 3 людини на 1м² вільної площі підлоги (максимальна допустима норма 5 осіб на 1м²)

При розробці ІС враховувалися, зокрема, такі основні техніко-експлуатаційні показники роботи громадського транспорту: обсяг перевезень, пасажиропотік, середню дальність поїздки пасажирів, наповнення транспорту, кількість на маршруті, час рейсу [8].

ІС, що пропонується, спроможна побудувати маршрут за вимогами пасажира для визначеного ним транспорту.

Наприклад, вікно «Побудова маршруту метро» надає можливість визначення часу проїзду у київському метрополітені. Комфортність і зручність інтерфейсу з ІС забезпечується декількома випадаючими позиціями меню (рис. 1)

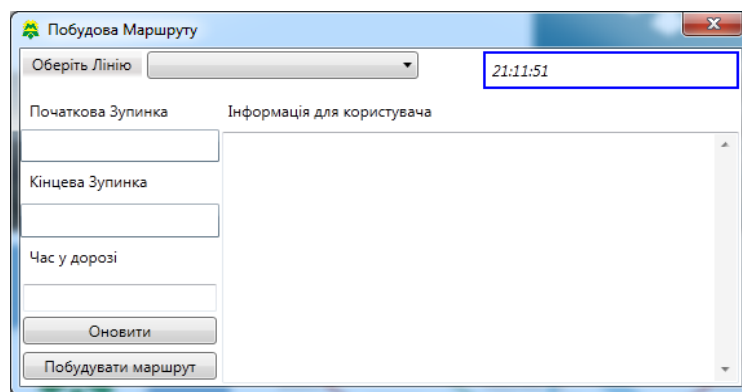


Рисунок 1 – Вікно «Побудова маршруту метро»

Вікно «Побудова маршруту швидкісного трамвая» надає можливість визначення часу проїзду на київському швидкісному трамваї. Для забезпечення зручності та комфортності інтерфейсу зроблено декілька випадаючих позицій меню, що економить час заповнення цього вікна (рис. 2).

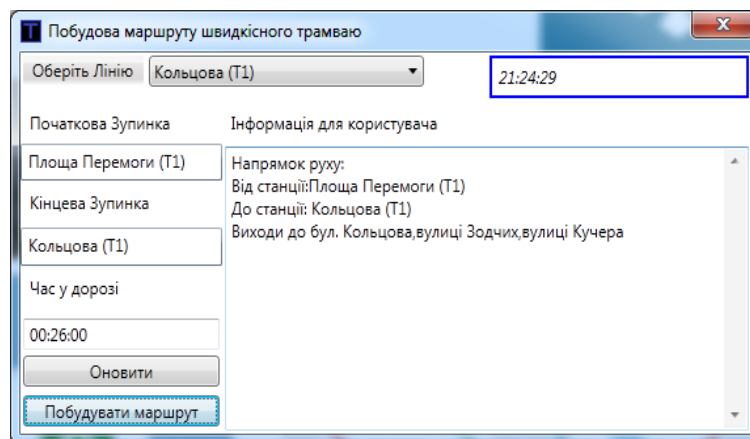


Рисунок 2 – Вікно «Побудова маршруту швидкісного трамвая»

ІС також надає можливість визначити час на проїзд у будь-якому виді транспорту при наявності пересадки між ними, обираючи або оптимальний маршрут, або найшвидший. На рис. 3 наведено вікно «Допомога», в якому для зручності зроблено декілька випадаючих меню, щоб зекономити час на заповнення позицій вікна.

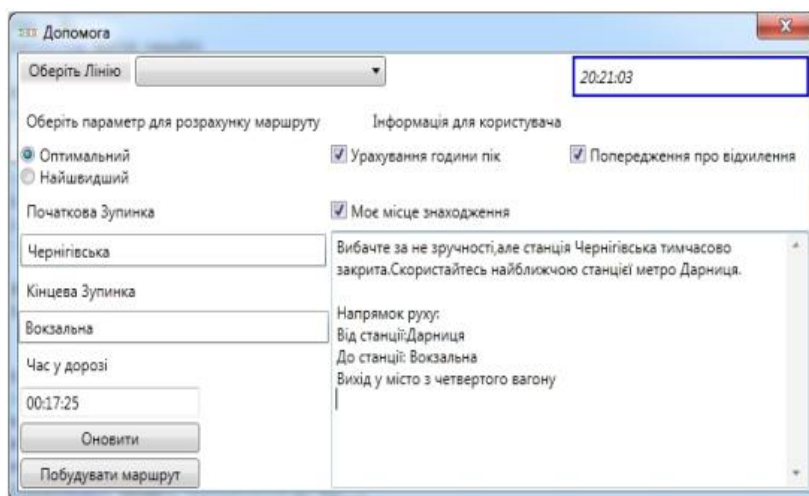


Рисунок 3 – Вікно «Допомога»

ІС перерозподілу пасажиропотоків розроблена в середовищі VisualStudio 2010 C# WPF [9].

Висновок та пропозиції. Розроблена авторами ІС дозволяє проводити облік пасажиропотоків з прив'язкою до часу і станцій прямування транспортного засобу та відслідковувати маршрут пересування транспортного засобу за допомогою системи GPS [10].

ІС дозволяє здійснювати автоматизований оперативний збір і обробку інформації про пасажиропотік на громадському транспорті.

Використання ІС в on-line режимі значно допоможе пасажиром скоротити час для переїзду в пункт призначення.

ІС має повідомляти про нештатні ситуації на лініях метрополітену і перенаправляти пасажирські потоки за оптимальними маршрутами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буличева Н. В. Розрахунок пасажиропотоків і оптимізація параметрів маршрутних схем / Н. В. Буличева, В. П. Федоров // Математичні методи в управлінні міськими транспортними системами. – Л.: Наука, 1979. – С. 65-90.
2. Набута А. В. Аналіз існуючих методів обстеження пасажиропотоків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Януш М. В. Методи дослідження пасажиропотоків / М. В. Януш., П. В. Попович., О.П. Цьонь [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/11019/2/ConfATMT_2015v1
4. Палант О. Ю. Огляд методів обстеження пасажиропотоків / О. Ю. Палант // Бізнес Інформ. – 2014. – № 11. – С. 142-148. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2014_11_25
5. Автоматизована система обліку пасажиропотоків (АСУПП) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://navidev.ub.ua/ua/goods/view/9925450>
6. Информационная система железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://вики/жд.рф/wiki>

-
7. Комплексная автоматизированная система управления на железнодорожном транспорте (АСУЖТ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rly.su/ru/content>
 8. Лігум Ю. С. Автоматизовані системи управління технологічними процесами пасажирського автомобільного транспорту/Ю. С. Лігум – К.: Техніка, 1989. – 240 с.
 9. Троелсен Э. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4 /Э.Троелсен – М.: Вильямс, 2010. – 1300 с.
 10. GPS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eclipsim.gpsstatus2>

Железный В.В., Овчарук И.В., Байрамова О.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ КИЕВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

В статье рассмотрена информационная система, которая учитывает требования пассажиров и перенаправляет пассажиропотоки; приведена типизация методов анализа пассажиропотоков; произведен расчет необходимого количества поездов, учитывая загруженность линий.

***Ключевые слова:** информационная система, пассажиропоток, перераспределение пассажиропотоков, программный интерфейс, база данных.*

Zhelyezniy V., Ovcharuk I., Bairamova O.V.

RESEARCH REDISTRIBUTION KIEV SUBWAY PASSENGER

The article deals with an information system that takes into account the requirements of passengers and routes of passenger traffic; typing methods of analysis of passenger traffic; the calculation of the required number of trains, considering the load lines.

***Keywords:** information system, passenger traffic, redistribution of passenger flows, programming interface, database.*

Ткаченко О.А., Траханов В.Ю., Рябчук І.О.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ КЛІЄНТСЬКИХ СЕРВІСІВ

У статті проведено дослідження існуючих технологій аналізу інформації клієнтських сервісів, обґрунтування вибору технології розробки клієнтських сервісів з метою створення відповідної системи конкурентного середовища ринку Інтернет. Також наведена типізація факторів, що впливають на якість, комфортність та ефективність системи клієнтських сервісів, розглянута методика введення стандартизації та віртуальної маршрутизації клієнтських сервісів з метою їх удосконалення.

Ключові слова: клієнтський сервіс, система клієнтських сервісів, якість клієнтського сервісу, стандартизація розробки клієнтських сервісів, маршрутизація клієнтських сервісів.

Постановка проблеми. Системи клієнтських сервісів є ефективним засобом досягнення переваги в конкурентній боротьбі компаній за рахунок підвищення рівня обслуговування клієнтів, що сприятиме появі нових клієнтів та збільшенню кількості постійних клієнтів.

Система клієнтських сервісів повинна бути орієнтована на надання конкретній компанії можливостей якісного і комфортного on-line обслуговування існуючих користувачів товарів чи послуг цієї компанії та залучення нових користувачів.

Перехід багатьох клієнтів великих компаній до on-line покупок товарів, послуг і сервісів зробив проблеми розробки систем клієнтських сервісів ще більш актуальними та такими, що мають велике практичне значення. Тому керівники великих компаній докладають багато зусиль для збільшення кількості своїх діючих клієнтів, вирішення проблем їх обслуговування та залучення нових клієнтів шляхом розробки ефективних і комфортних систем клієнтських сервісів.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій. Проблемами бізнес-орієнтованих клієнтських сервісів займалися К. Сьюелл, Дж. Митчел, Дж. Шоул, Т.Шей, К.Кобьелл [1–5]. Вивчення та теоретичне обґрунтування систем клієнтських сервісів висвітлено в [3]. Зокрема, визначено, що майже дві третини користувачів незадоволені рівнем клієнтських сервісів.

При дослідженні існуючих систем клієнтських сервісів було використано досвід роботи таких великих on-line-магазинів як Amazon [6], Tesco [7], Walmart [8], Dell [9].

Виділення невирішених частин загальної проблеми. Незважаючи на великий інтерес до тематики on-line обслуговування користувачів (клієнтів), проблеми, що пов'язані з системами клієнтських сервісів ще недостатньо досліджені та потребують свого вирішення. Зокрема, у статті пропонується підхід до системи розробки клієнтських сервісів на основі їх стандартизації та віртуальній маршрутизації звернень клієнтів до системи.

Метою даної статті є дослідити існуючі системи клієнтських сервісів, визначити їх основні принципи та запропонувати новий підхід до розвитку і вдосконалення клієнтських сервісів шляхом їх стандартизації та віртуальної маршрутизації.

Викладення основного матеріалу. Розвиток інформаційних технологій та мережі Internet сприяв поширенню Web-додатків, за допомогою яких можна відобразити процеси, що відбуваються, наприклад, в економіці, бізнесі, науці.

Тому розробка методів, підходів, технологій та засобів автоматизації процесів генерації Web-додатків з метою зменшення витрат (матеріальних та часових) і підвищення рівнів комфортності та ефективності клієнтських сервісів є нагальною потребою створення систем генерації Web-додатків.

Клієнтський сервіс, спрямований на збереження зв'язку компанії з постійними клієнтами, залучення і утримання нових. Система клієнтських сервісів робить фокусування на потребах їхніх користувачів (клієнтів). Клієнтський сервіс спрямований на створення пулу «вічних клієнтів», які лояльні компанії [5].

Зробити сервіс більш комфортним можна, надаючи клієнтові нові функціональні можливості та зручності. Наприклад, розробити замість простого on-line-сервісу мобільний клієнтський сервіс для смартфона чи іншого мобільного пристрою.

Структура Web-додатку чи мобільного клієнтського сервісу повинна бути простою і зрозумілою користувачеві, якому на кожній сторінці повинно надаватися зручний, комфортний простий і зрозумілий інтерфейс, щоб користувач міг легко здійснити потрібні операції, наприклад, попрацювати з кошиком, віднайти необхідну контактну чи іншу інформацію.

Система клієнтських сервісів потребує стандартизації дій, функцій, інтерфейсів тощо. Клієнтський сервіс починається з аналізу вимог, потреб і претензій клієнтів (користувачів) та відповідною реакцією на це. Оптимізація клієнтського сервісу дозволяє залучити нових клієнтів і підтримати лояльність наявних.

Клієнтські сервіси в on-line-торгівлі.

Визначення основних функцій розробленої авторами системи клієнтських сервісів client-service-center (CSC) було здійснено на основі аналізу існуючих систем клієнтських сервісів, зокрема в on-line-магазинах електроніки та побутової техніки.

Дослідження клієнтських сервісів в цих on-line-магазинах тільки посилило впевненість авторів, що розробка системи клієнтських сервісів повинна ґрунтуватися на їх стандартизації, зокрема, стандартизації розміщення основних елементів (компонентів) сервісу на сторінці.

Наприклад, у більшості великих on-line-магазинів США, на відміну від України, розроблено відповідний стандарт розміщення кнопок продажу (товарів, послуг, сервісів).

Зокрема, на **Amazon.com** [6] послуга «**подовженої гарантії**» пропонується клієнту в картці товару, зверху над кнопкою «**покласти до кошика**» (рис. 1).

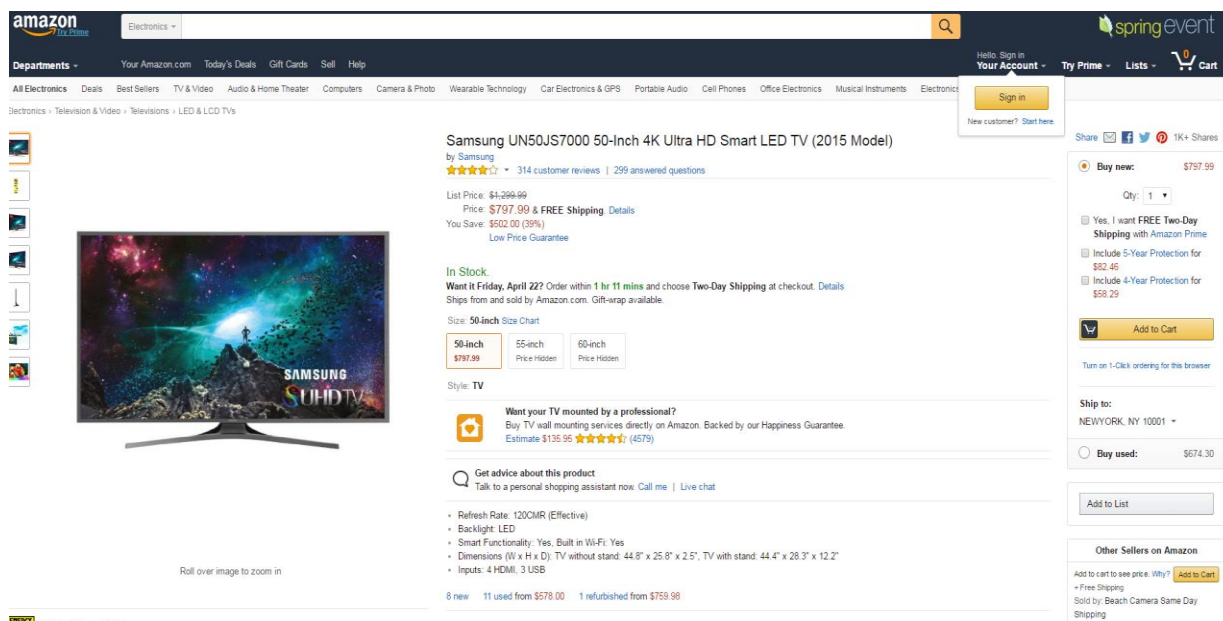


Рисунок 1 – Стандартизація розміщення кнопок продажу товару на **Amazon.com**

На рис.2 продемонстровано картку товару, де прописано ціну кожного з варіантів страховки товару, яка додається в такий же спосіб, як і основний товар.

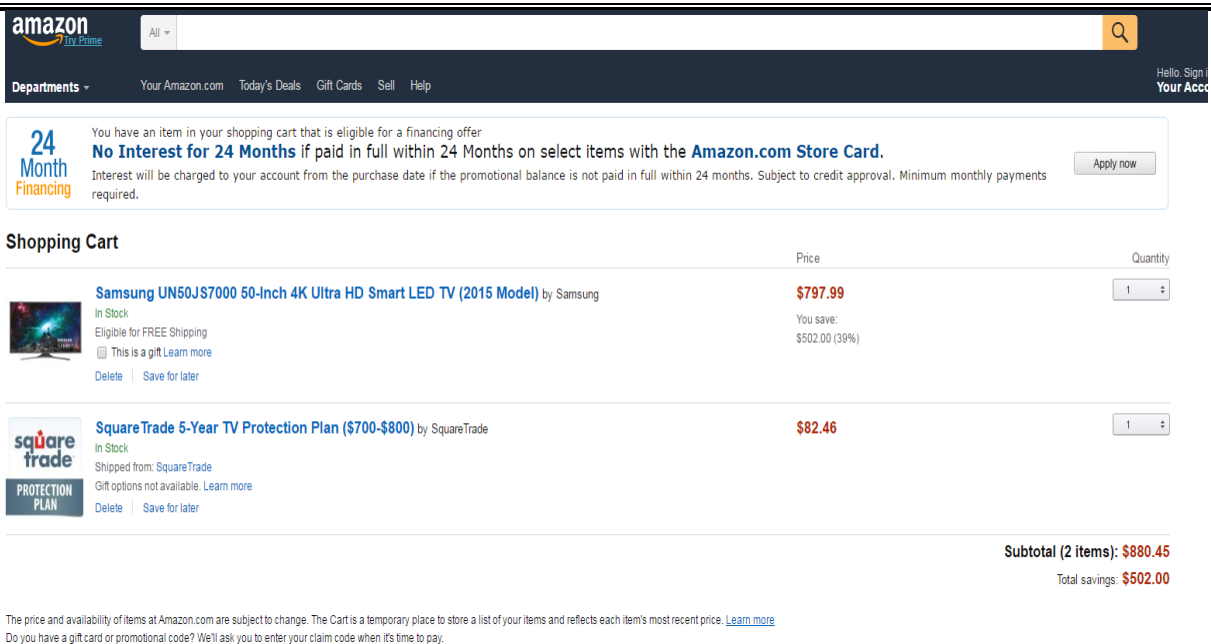


Рисунок 2 – Картка продажу товару на Amazon.com

В Tesco [7] послуги на сторінці клієнтського сервісу розміщені на тому ж місці: справа, зверху над кнопкою «в корзину» (рис.3).

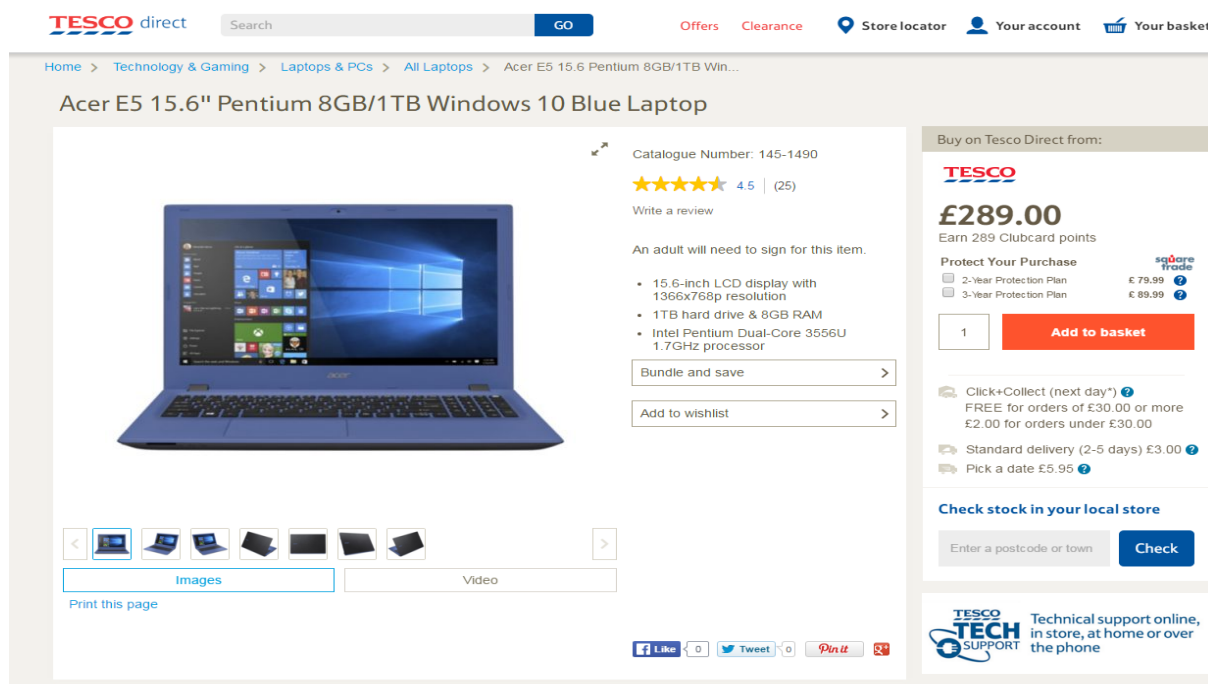


Рисунок 3 – Стандартизація розміщення кнопок продажу товару на Tesco

Подібне розміщення кнопок послуг і в Walmart [8]: також зправа та над кнопкою покупки. Таке ж розміщення цієї опції й на сайті компанії Dell [9].

Розроблена авторами система клієнтських сервісів client-service-center (CSC) забезпечує:

– автоматичний розподіл звернень клієнтів до компанії, що формуються при обробці відповідних клієнтських сервісів;

-
- ефективну віртуальну маршрутизацію звернень клієнтів (CSC підтримує умовну («якщо, то») маршрутизацію звернень клієнтів на основі контекстно-залежної вхідної інформації);
 - різноманітні можливості оптимального вибору ресурсів компанії для забезпечення виконання звернень клієнтів;
 - переадресацію звернень клієнтів іншим складовим (компонентам системи, адміністратору, операторам, менеджерам тощо) для більш швидкого і оптимального реагування на звернення клієнтів;
 - зниження витрат компанії на забезпечення вирішення проблем клієнтів, сформованих у відповідних клієнтських сервісах;
 - індивідуальний підхід до клієнтів;
 - підтримку стандартизації клієнтських сервісів;
 - можливість міграції на IP-платформу [10] і сервісно-орієнтовану архітектуру [11];
 - контроль над виконанням звернень клієнтів, надаючи звіти в реальному часі та по результатам роботи.

Споживча цінність клієнта CSC – один з показників ефективності роботи з клієнтами (користувачами клієнтських сервісів).

Дослідження систем клієнтських сервісів дозволило визначити основні фактори впливу якості клієнтських сервісів на дохідність компанії, яка їх використовує:

- **комфортність і зручність обслуговування.** Результати дослідження свідчать, що якість клієнтського сервісу в наш час відіграє ключову роль при формуванні думки про компанію (зокрема, майже половина клієнтів витрачають більше коштів, якщо їм подобається сервіс компанії);
- **швидкість обслуговування.** Майже дві третини клієнтів зазначили, що для них дуже важлива швидкість обслуговування та вирішення проблем, що можуть виникнути;
- **швидкість поширення інформації про сервіс.** Клієнти діляться негативним досвідом в 95% випадків, а позитивним - в 87% [1]. Якщо клієнт незадоволений сервісом, він швидше за все буде шукати альтернативний клієнтський сервіс. Соціальні мережі та численні сайти з відгуками не залишають представникам бізнесу права на помилку.

Клієнтський сервіс включає в себе правильно організовану взаємодію компанії та клієнта під час проведення операції та після неї.

Стандарти клієнтських сервісів – це норми і правила, які компанія встановлює для забезпечення високого рівня якості при обслуговуванні клієнтів. Стандарти клієнтських сервісів компанії розробляються, виходячи зі специфіки діяльності компанії та її політики в області роботи з клієнтами.

Впровадження стандартів клієнтських сервісів та віртуальної маршрутизації в CSC дозволяє, зокрема:

- зміцнити лояльність наявних клієнтів і залучити нових;
- досягти єдиного бачення і розуміння розробниками клієнтських сервісів цілей і завдань компанії при роботі з клієнтами.

Для підтримки гідного рівня клієнтських сервісів (досить складної задачі) та розробки ефективних і зручних клієнтських сервісів авторами пропонується виконати дії згідно наступних етапів:

1. *Розробка стандартів клієнтських сервісів.* До розробки стандартів слід залучити експертів (менеджерів, керівників компанії тощо). Це забезпечить життєздатність стандартів, а також залучення самих співробітників в процес свідомості системи.

2. *Впровадження стандартів клієнтських сервісів.* Основні задачі цього етапу полягають, зокрема, в підготовці співробітників компанії до роботи зі стандартизованими клієнтськими сервісами.

3. *Контроль за забезпеченням стандартів клієнтських сервісів.*

4. *Розробка принципів віртуальної маршрутизації.* Основні задачі цього етапу полягають, зокрема, у визначення принципів контекстної залежності вхідної інформації, що формується при роботі з клієнтським сервісом, та структури сторінки клієнтського сервісу.

У наш час кожен користувач (клієнт) може отримати інформаційну допомогу у пошукових систем, форумів тощо. Це свідчить про те, що сьогодні клієнт стає важливішим ніж конкретний продукт чи послуга. Якщо раніше можна було дозволити собі втратити одного клієнта, але при цьому за рахунок реклами залучити десяток нових, то зараз втрачений клієнт розповість усім про свій негативний досвід.

Клієнт купує не тільки товар або послугу, а й власне клієнтський сервіс. Спираючись на дослідження клієнтських сервісів, можна сформулювати, зокрема, такі основні їх недоліки:

- завеликий час очікування реакції;
- нелогічні системи обслуговування/самообслуговування;
- необхідність декілька разів повторювати інформацію;
- недостатній рівень відповідальності за прийняті рішення;
- відсутність розуміння цінності клієнта для компанії;
- складність просування по меню.

Для 56% клієнтів хороша робота клієнтського сервісу є ключовим фактором, що впливає на лояльність до компанії.

Якісний клієнтський сервіс – це продумана система функціонування, що розв’язує проблеми клієнтів і тим самим збільшує їх лояльність до компанії і робить будь-якого клієнта «клієнтом назавжди».

Тенденція сьогоднішньої ситуації на ринку полягає в тому, що клієнтський сервіс є найбільш важливою частиною продукту або послуги. Крім того клієнтський сервіс допомагає розвитку бізнесу, бо креативне рішення багатьох проблем клієнтів призводить до створення нового програмного продукту чи клієнтського сервісу.

Основні функції та задачі системи клієнтських сервісів в CSC:

- оформлення, доставка і контроль проходження всієї документації клієнта;
- виставлення рахунків;
- технічна підтримка та допомога клієнту;
- контроль роботи щодо вирішення проблем клієнтів;
- звітність перед клієнтом по всіх його проблемах взаємодії з компанією чи безпосередньо з клієнтським сервісом;
- маркетингові дослідження та обробка статистичних даних;
- аналіз і обробка вимог та зауважень клієнтів (користувачів клієнтських сервісів);
- організація заходів щодо поліпшення бізнес-процесів.

Суттєвим є те, що обов’язки співробітника, який відповідає за той чи інший спектр робіт, необхідно прописувати у відповідних документах, щоб всі завдання були відкриті, зрозумілі та пов’язані з роботою всієї системи клієнтських сервісів.

Такий підхід сприяє виникненню потреби у побудові багаторівневої системи клієнтських сервісів. Розроблена авторами система клієнтських сервісів CSC є багаторівневою системою.

Перший рівень системи вирішує загальні питання (наприклад, приймає і розподіляє заявки клієнтів між іншими відповідальними підрозділами, здійснює функцію контролю за ходом виконання заявок і за термінами їх виконання як всередині компанії, так і перед клієнтами).

На другому рівні системи виконуються роботи, що вимагають високої кваліфікації співробітників в тій чи іншій області (зокрема, системне адміністрування, системна інтеграція, маркетинг, визначення складових продажу тощо).

Третій рівень системи передбачає вирішення комплексних системних питань (наприклад, управління архітектурою програмно-апаратного комплексу, управління бізнес-процесами, що впливають на рентабельність послуг і продуктів та лояльність клієнтів).

Зрозуміло, що процеси, які здійснюються на третьому рівні, ведуться вже на рівні керівництва і топ-менеджменту. Але інформація по кожному клієнту все одно зобов'язана бути в службі підтримки системи клієнтських сервісів компанії, адже це забезпечує клієнтам комфортність роботи із сервісами.

Такий підхід надає можливість забезпечити пільговим обслуговуванням постійних користувачів (клієнтів) системи клієнтських сервісів CSC.

При розробці клієнтських сервісів слід пам'ятати і про психологію: на кожному етапі роботи (спілкування) клієнт має відчувати комфортність роботи з сервісом. При розробці CSC спочатку були прописані стандарти клієнтських сервісів для забезпечення комфортного спілкування з ними користувачів (клієнтів).

Було також враховано, що спілкування на форумах, грамотні розсилки, цікаві клієнтам, надають компаніям можливість йти в ногу з часом. Все це разом будує сучасний клієнтський сервіс і просуває компанію на ринку.

Висновки та пропозиції. У статті наведені результати дослідження і аналізу систем клієнтських сервісів, проведеного з метою їх подальшого розвитку і удосконалення.

Запропонована методика розробки клієнтського сервісу дозволяє зробити їх більш ефективними, комфортними та зручними за рахунок введення нових принципів та стандартів.

Також такий підхід до розробки клієнтських сервісів відкриває їх нові можливості в майбутньому, бо актуальність проблем, пов'язаних з системою клієнтських сервісів, завжди буде потребувати удосконалення.

В подальшому CSC пропонується розвивати шляхом підключення до неї клієнтських сервісів, які зможуть сприймати вхідну інформацію, що надається голосом клієнта.

Для підвищення комфортності спілкування із клієнтськими сервісами пропонується використовувати попередньо озвучені текстові фрагменти, що найчастіше зустрічаються при роботі з клієнтськими сервісами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сьюелл К. Клиенты на всю жизнь / К. Сьюелл. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 326 с.
2. Митчел Дж. Обнимите своих клиентов. Практика выдающегося обслуживания / Дж. Митчел. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 368 с.
3. Шоул Дж. Первоклассный сервис как конкурентное преимущество / Дж. Шоул. - М.: Альпина Паблишер, 2015. – 128 с.
4. Шей Т. Доставляя счастье. От нуля до миллиарда: история создания выдающейся компании из первых рук / Т. Шей. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2010. – 244 с.
5. Кобьелл К. Искренний сервис / К. Кобьелл. - М.: Альпина Паблишер, 2012. – 295 с.
6. Магазин Amazon.com. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.amazon.com>
7. Магазин Tesco.com. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tesco.com>
8. Магазин Walmart.com. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.walmart.com>
9. Магазин компьютеров для дома и домашнего офиса DELL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.dell.com/ua/p
10. IP-платформы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.panasonic.ru/press-center/releases/detail/370261
11. Сервісно-орієнтована архітектура SOA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

Ткаченко А.А., Траханов В.Ю., Рябчук И.А.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ КЛИЕНТСКИХ СЕРВИСОВ

В статье проведен исследование существующих технологий анализа информации клиентских сервисов, обоснование выбора технологии разработки клиентских сервисов для создания соответствующей системы конкурентной среды рынка Интернет. В статье приведена типизация факторов, влияющих на качество, комфортность и эффективность системы клиентских сервисов. В статье рассмотрена методика стандартизации и виртуальной маршрутизации клиентских сервисов с целью их усовершенствования.

Ключевые слова: клиентский сервис, система клиентских сервисов, качество клиентского сервиса, стандартизация разработки клиентских сервисов, маршрутизация клиентских сервисов.

Tkachenko O.O., Trakhanov V.Yu., Rybchuck I.O.

SOME ASPECTS OF RESEARCH OF CLIENT SERVICE SYSTEMS

The article research the existing technology analyzes of customer services' information, justification of choice of technology customer services' development in order to creative an appropriate system competitive environment of Internet. In the article the standardization factors affecting the quality, comfort and efficiency of customer services. In the article considered the standardization' and virtual routing' methods of customer service for their improvement.

Keywords: Client service, system client services, quality client service, standardization of client services development, routing of client services.

Ткаченко О.І., Шепель В.А., Зайцева Д.О., Дорошева А.О.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО СЕРВІСУ ГЕОПОЗИЦІОНУВАННЯ НА ОСНОВІ API GOOGLE

В статті розглянуто питання розробки дешевого та простого засобу спостереження за рухомими об'єктами шляхом раціонального використання ресурсів та можливостей наявних мобільних пристроїв. В статті описано також мінімальний набір алгоритмів до виконання сервісу. В статті описано типізацію алгоритмів розробки сервісів геопозиціонування шляхом виділення функцій сервісів та класів задач. Визначені шляхи щодо подальшого розвитку та вдосконалення розробленого сервісу. Описано вимоги до розробки інтерфейсу, що забезпечать on-line-функціонування розробленого програмного продукту. Запропоновано використання віддалених віртуальних серверів, служб та функцій, API Google.

Ключові слова: геопозиціонування, API, Android, додаток, мобільний сервіс, програмне забезпечення, навігатор.

Постановка проблеми. Розробка систем навігації та моніторингу об'єктів шляхом спостереження за їх рухом є актуальною проблемою. Свідченням тому є наявність відповідних програмних і технологічних рішень цієї проблеми. Але ресурсні та технічні характеристики технічних пристроїв геопозиціонування та відповідних програмних продуктів є достатньо дорогими та затратними, і далеко не всі необхідні функції забезпечуються ними в повній мірі.

Визначення місця та ефективний моніторинг місцезнаходження одного чи цілої групи користувачів, перенесення військового та вузькоспеціалізованого досвіду роботи в мирну сферу життя з метою організації, зокрема, дозвілля, є однією із сучасних актуальних задач геопозиціонування. Розроблення сервісу, що проінформує користувача про своє місце дислокації, статус та місцерозташування інших користувачів сервісу, можна здійснити за допомогою використання спільного віддаленого середовища, в якому зберігатиметься актуальна інформація про користувачів.

На даний момент, подібні технологічні та програмні засоби широко використовуються для отримання інформації, що є актуальною на певній місцевості: погода, карти, знаходження найближчих об'єктів, підключень до сервісів тощо. Інтернет став в останні роки загальнодоступним джерелом інформації, але в туристичній сфері та сфері дозвілля при організації рухомих ігор його можливості використовуються ще не повною мірою. Доцільним є використання Інтернету при пошуку інформації про об'єкти, що знаходяться на туристичному маршруті.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій. Теоретичним обґрунтуванням процесів геопозиціонування займався Липкін І.А. [1]. Питання розробки систем моніторингу місцезнаходження розглядалися М. Козловським, який надав характеристики можливих моделей та способів отримання даних геолокації та описав складнощі і обмеження таких систем [2]. А. Кухтій та С. Кухтій у своїх роботах обґрунтували доцільність використання інформаційних технологій в навігації для пересічних користувачів та бізнеса [3].

Великий інтерес до супутникової навігації на мобільних пристроях є й у комерційних компаній, наприклад: Google Inc., ООО Яндекс, SkyRiver [5-7]. Проблемами моніторингу місцезнаходження та навігації займається компанія Google [5], що надає можливості та сервіси щодо карт і геолокації, а також їх використання при створенні відповідного програмного забезпечення (ПЗ). За допомогою сервісу Яндекс [6] можна шукати місцезнаходження за адресами, вулицями міст, регіонами, країнами та організаціями, вимірювати відстані між географічними об'єктами та прокладати автомобільні маршрути [10]. Однією із провідних

компаній на українському ринку GPS-навігації є SkyRiver [7]. Компанія розробляє ПЗ та технічні пристрої, що дозволяють підключатися до системи і спостерігати за місцезнаходженням транспортного засобу або стаціонарного об'єкту з будь-якого мобільного пристрою, підключеного до мережі Інтернет [5].

Виділення невирішених частин загальної проблеми. Розроблення мобільного сервісу, що визначає місце дислокації користувача чи групи користувачів сервісу, який би був простим і дешевим є проблемою, що потребує свого вирішення. В статті пропонується здійснити розробку простих та недорогих мобільних сервісів геопозиціонування за допомогою використання спільного віддаленого середовища, в якому зберігатиметься актуальна інформація про користувачів.

Метою даної статті є розробка ефективного, простого та дешевого засобу спостереження за рухомими об'єктами шляхом раціонального використання ресурсів та можливостей наявних мобільних пристроїв. Такий підхід дозволить скоротити витрати за рахунок здешевлення комплектуючих або повної заміни GPS-навігаторів на дешеві аналоги мобільних пристроїв.

Викладення основного матеріалу. В наш час в мережі Інтернет з'явилося багато сервісів, що надають користувачам можливість переглядати супутникові фото поверхні планети з різною роздільною здатністю. Часто такі проекти діють у поєднанні з основними можливостями електронних карт. Інтернет став в останні роки загальнодоступним джерелом інформації і його використання в сфері туристичній, сфері дозвілля та військових іграх стає все більш актуальним.

Крім моніторингу геопозиціонування (визначення координат об'єкту) важливим є також орієнтування на місцевості, для якого раніше використовувалися компас і карта. В наш час внаслідок освоєння космічного простору та удосконалення засобів зв'язку з'явилася альтернатива традиційним засобам орієнтування.

Поєднання Інтернет-технологій і супутникових навігаційних систем надає можливість комплексного підходу до розв'язання низки проблем, що виникають у фахівців з туризму чи пересічних користувачів, як на підготовчому етапі організації поїздок, походів та екскурсій, так і безпосередньо під час їхнього проведення. Але більша частина сучасних GPS-навігаторів перевантажені і затратні, потребують великої енергоємності та визначають координати лише самого користувача. Багато сервісів, що надають інформацію про низку рухомих об'єктів, є комерційними проектами і спеціалізовані (по організаціях та бізнесах), а не є орієнтованими на пересічних користувачів. Існуючі технічні рішення є досить дорогими і занадто спеціалізованими. Для користувача, який не часто займається активним відпочинком, такі рішення взагалі можуть стати непотрібними чи занадто складними. Тому виникла необхідність певного спрощення технічних і програмних засобів геопозиціонування.

Досягти поставлених задач, можна використовуючи прикладний програмний інтерфейс (API), який являє собою набір визначень взаємодії різнотипного ПЗ. API – це зазвичай (але не обов'язково) метод абстракції між низькорівневим та високорівневим ПЗ.

Одним з поширених призначень API є надання набору широко використовуваних функцій, наприклад для додавання в програму карти чи налагодження інтерфейсу на екрані. Програмісти використовують API через переваги у функціональності, таким чином їм не доводиться розробляти все «з нуля» API – ПЗ, що пропонує деякий функціонал, який часто називають реалізацією даного API [6]. У багатьох випадках API є одним з компонентів системи розробки відповідного ПЗ, водночас, система розробки може включати як API, так і інші інструменти, що налаштовуються на конкретне апаратне забезпечення.

В наш час Google надає відмінний картографічний засіб – Google Maps. У цього сервісу відкритий API-інтерфейс, багато можливостей, зручний інтерфейс користувача, покриття всього світу і, що саме головне, використання карт умовно безкоштовне (у випадку не перевищення ліміту використання). API-карт-Google можна безкоштовно використовувати для різних типів веб-додатків і веб-сайтів.

Maps Google [6, 8] – набір додатків, побудованих на основі безкоштовного картографічного сервісу і технологій, які надає компанія Google. Сервіс надає карту та супутникові знімки всього світу. З сервісом інтегрований бізнес-довідник і карта автомобільних доріг з можливістю пошуку маршрутів.

Використання матеріалів Google Maps регулюється загальними документами компанії Google, а також низкою додаткових обмежень. Зокрема, матеріали доступні лише для персонального некомерційного використання. В організаціях матеріали можуть бути використані лише для внутрішніх потреб і не можуть використовуватись з комерційною метою [6].

Для створення мобільного додатку (мобільного сервісу), що визначатиме координати користувачів потрібно підготувати комплект відповідних ПЗ та технічних рішень. Для максимальної економії вартості проекту можна використовувати безкоштовне ПЗ. Визначивши складові елементи, що потрібні для проведення навігації та моніторингу рухомих об'єктів, найкращим рішенням є таке, в якому:

- за основу береться мобільний пристрій (смартфон) з операційною системою (ОС) Android (завдяки широкій популярності і зручності даної ОС). Такий пристрій має можливість використання додаткових служб і веб-додатків, які зручно імпортувати та використовувати при розробці та використанні мобільного сервісу;

- середовище програмування – Android Studio [3], яке є сучасним середовищем для створення мобільних додатків, використовуючи мову Java, яка саме через її безкоштовність та відкритість і була вибрана в якості мови розробки;

- Google-карти та доступ до сервісу забезпечуються через API-ключ;

- використання зовнішньої бази даних (БД) здійснюється за допомогою виділеного хостингу та вбудованого phpMyAdmin (PHP + MySQL) [9].

Слід зазначити, що Android Studio прийшла на зміну плагіну ADT для платформи Eclipse. Середовище побудоване на базі текстів продукту IntelliJ IDEA Community Edition, що розвивається компанією JetBrains. Android Studio розвивається в рамках відкритої моделі розробки та поширюється під ліцензією Apache 2.0.

Середовище Android Studio надає засоби для розробки веб-додатків не тільки для смартфонів і планшетів, але і для мобільних пристроїв на базі Android Wear, телевізорів (Android TV), окулярів Google Glass і автомобільних інформаційно-розважальних систем (Android Auto). Для додатків, що були розроблені з використанням Eclipse і ADT Plugin, пропонується інструмент автоматичного імпорту існуючого проекту в Android Studio [4].

Для підключення готового рішення до картографічного сервісу Google потрібно отримати певний API-ключ шляхом реєстрації та відповідного налаштування сервісу. Цей процес не є досить важким і довгим, проте вимагає чітких дій та правильно введених даних. Інакше розроблений мобільний додаток (мобільний сервіс) не буде видавати адекватну інформацію або взагалі не працюватиме.

Використання API починається наступним чином: через особисту електронну пошту Gmail потрібно відвідати Google APIs Console, де треба буде створити особистий кабінет для керування сервісами, службами та ключами [6]. Щоб використовувати API, потрібен ключ, який дозволяє ідентифікувати проект і визначити його квоти та установки. Отримати ключ API можна на сторінці «Облікові дані». Слід звернути увагу на те, що для кожної платформи (наприклад Android або iOS) потрібен окремий ключ. Тому при розробці мобільних додатків (мобільних сервісів) для ОС Android та використанні в них карт і навігації слід вибрати службу Google Maps Android API в особистому кабінеті і зробити її активною (див. рис. 1). Як тільки потрібна служба буде закріплена за Вашим профілем, можна переходити в «Панель управління», де зосереджена вся інформація про використання сервісів.

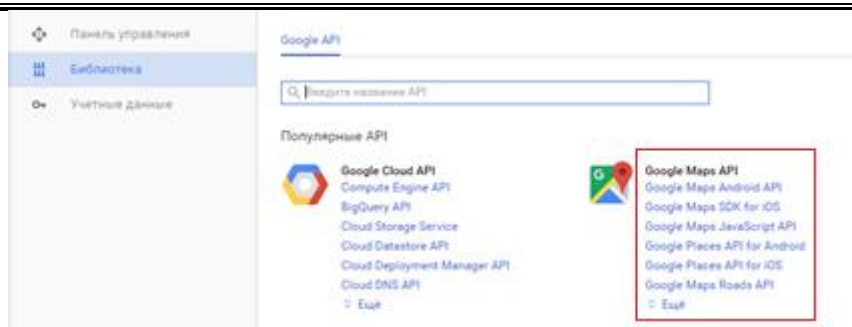


Рисунок 1 – Особистий кабінет Google API

Згенерований ключ достатньо додати в програмний код мобільного сервісу. При розробці мобільного сервісу під ОС Android ключ додається у файл маніфесту [4].

Архітектура самого мобільного сервісу складається з системи «Клієнт-Сервер» (див. рис. 2), що широко використовується в подібних мобільних додатках. Потім будується система зв'язку клієнтського мобільного додатку із серверною базою даних (БД) та набором php-скриптів до виконання.

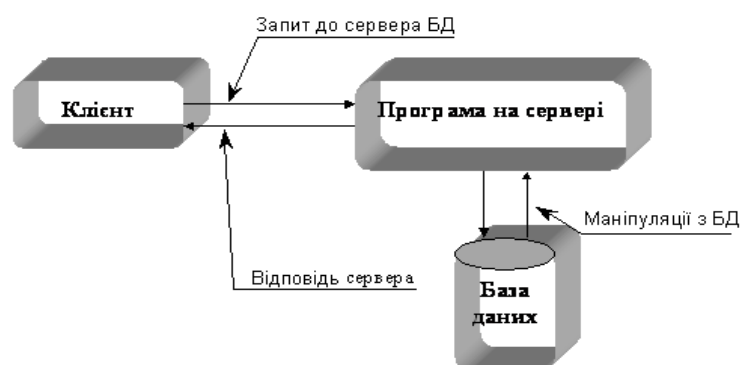


Рисунок 2 – Архітектура мобільного сервісу

Місце «Клієнта» займає мобільний пристрій ОС Android із налаштованим мобільним додатком. Він надсилає, приймає та обробляє запити на сервер, інтерпретує дані таким чином, щоб користувачу було зручно їх переглядати. Слід зазначити, що мобільні пристрої повинні мати вільний доступ до мережі Інтернет. Або у користувача повинен знаходитися мобільний інтернет-передавач чи модем.

За сервер можна взяти виділений хостинг або налаштований сервер. Вибір серверної частини залежить від масштабів мобільного сервісу та можливостей команди розробника. Це можуть бути безкоштовні виділені хостинги або особисті сервери із постійним підключенням до мережі, електропостачання та сервісом.

Проміжним середовищем, зв'язком між користувачем і БД є система управління БД (СУБД) phpMyAdmin, що встановлена у обрану сервісну складову. СУБД phpMyAdmin оптимально підходить для невеликих проєктів. Керування БД здійснюється із кабінету керування сайту хостинга, де встановлений сервер. Таким чином немає фізичного прив'язування до пристрою чи мережі і керування можна здійснювати де завгодно. До СУБД надсилаються запити щодо обробки даних, які регламентуються php-скриптами. Таким чином визначається, що робити з даними БД і в якій послідовності та вигляді відправити їх користувачу.

На сьогоднішній день phpMyAdmin широко застосовується на практиці. Це пов'язано з тим, що розробники інтенсивно розвивають свій продукт, використовуючи всі нововведення СУБД MySQL [9]. Переважна більшість українських провайдерів використовують цей застосунок як панель керування для надання своїм користувачам можливості адміністрування виділених їм БД.

Слід також зазначити, що phpMyAdmin працює з базами MySQL, що є компактним багатопоточним сервером БД. Вони характеризуються великою швидкістю, стійкістю і легкістю у використанні. Ці характеристики прекрасно підходять для розробки мобільного сервісу геопозиціонування і тому в якості БД представлено MySQL, що характеризується простотою використання та приєднання до мобільного додатку.

В результаті можна об'єднати користувачів в одну мережу даних. А саме: кожний клієнт, який регламентований в групі користувачів, передає на сервер дані про своє місцезнаходження, ідентифікаційне ім'я і час передачі сигналу. Після прийому цих даних, сервер надішле на пристрій користувача дані про всіх інших відомих користувачів групи.

Крім архітектурної складової, що забезпечує інтерфейс із сервером, слід створити і візуальну частину інтерфейсу, що забезпечує зручну, комфортну і ефективну роботу мобільного сервісу. Візуалізація інтерфейсу повинна бути представлена декількома екранами, набором клавiш та областями для введення відповідних даних.

На початку роботи із мобільним сервісом, користувачу треба ввести дані його ідентифікації: логін та пароль. В початковому вікні інтерфейсу (див. рис. 3) слід визначити приналежність користувача та передати введенні дані на сервер.



Рисунок 3 – Початкове вікно мобільного сервісу

Сервер відправляє відповідь щодо дозволеного діапазону користувачів. Вся ця інформація надається користувачу. Саме з отриманою відповіддю працює мобільний сервіс і відслідковує координати тільки тих користувачів, що входять у певну групу (див. рис. 4).

Таким чином, забезпечується ідентифікація користувачів, що дозволяє розділяти пристрої та відправні дані. У випадку невірної введення даних система поверне повідомлення «null» і пристрій буде працювати в автономному режимі без зв'язку із сервером.

Це є основним обмеженням доступу до мобільного сервісу геопозиціонування. Але у випадку, коли даний мобільний додаток буде використовуватися лише в побутових і мирних цілях, розробка серйозної системи безпеки сервісу є нерентабельною і дорогою. При подальшій розробці та додаванні нових функцій і методів шифрування мобільний сервіс геопозиціонування може використовуватися силовими та правоохоронними структурами.



Рисунок 4 – Вікно представлення учасників групи

Слід зазначити, що можливе виникнення проблеми щодо часу роботи додатку в залежності від наявної батареї в мобільному пристрої. Приблизний час безперервної роботи мобільного додатку може досягати 12-15 годин. Проте слід приймати до уваги можливі дефекти і стан батареї пристрою, що використовується. Кількість запитів на сервер також може впливати на час роботи мобільного сервісу. При практичному рішенні вказаних проблем може бути прийнято, що момент зв'язку із сервером буде активуватися самим користувачем, що максимально збереже ємність батареї та подовжить сесійний час роботи пристрою.

Також пропонується використовувати додаткові енергетичні ємності для збільшення часу роботи мобільного пристрою. Ціна даних пристроїв варіюється в залежності від ємності самої батареї та типів використовуючого заряду (низькі або високі токи).

Таким чином, використовуючи вище наведені складові, можна за короткий час і при мінімальних витратах, організувати функціонування мобільного сервісу відслідковування групи об'єктів (моніторингу рухомих об'єктів), що є перевагою перед іншими мобільними додатками-навігаторами.

Висновки і пропозиції. Використання віддалених серверів, служб та функцій надало можливість послабити вимоги до характеристик фізичного мобільного пристрою, звільнивши його майже від всіх обчислювальних аспектів роботи мобільного сервісу. Здешевлення розробки забезпечується використанням API-флагманів Інтернет-сервісу (Google, Яндекс тощо).

Беручи до уваги сучасні тенденції, можна спрогнозувати, що використання систем спостереження, моніторингу та відображення місцезнаходження рухомих об'єктів (геоінформаційного та навігаційного) у туристичній та іншій діяльності буде розширюватися, а розробка технологій їхнього застосування для розв'язання конкретних завдань у певних сферах стане перспективним напрямом подальших наукових досліджень та їх практичних реалізацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Липкин И. А. Спутниковые навигационные системы / И. А. Липкин – М.: Вузовская книга, 2001. – 86 с.
2. Козловский Е.М. Искусство позиционирования / Е. М. Козловский – М.: Вокруг света, 2006. – 280 с.
3. Кухтій А., Кухтій С. Формування туристичних маршрутів з використанням сучасних інформаційних технологій /А. Кухтій, С.Кухтій – Львів: ЛДУФК, 2014. – 242 с.

4. FAQ по программированию под Android от новичка, и для новичков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geektimes.ru/post/232885/>
5. Google Earth [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com/earth/>
6. Google Maps API Google Developers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/?hl=ru>
7. SkyRiver Google [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://skyfleet.com.ua/>
8. Карти Google [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com.ua/maps?ie=UTF8&hl=uk>
9. Прохоренок Н. А. HTML, JavaScript, PHP и MySQL. Джентельменский набор Web-мастера / Н. А. Прохоренок. – СПб.: BHV, 2015. – 747 с.
10. Яндекс. Карти – детальна карта України та світу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ua/maps/>

Ткаченко О.И., Шепель В.А., Зайцева Д.А., Дорошева А.А.
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО СЕРВИСА
ГЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ API GOOGLE

В статье рассмотрены вопросы разработки дешевого и простого средства наблюдения за движущимися объектами путем рационального использования ресурсов и возможностей имеющихся мобильных устройств. В статье описан также минимальный набор алгоритмов для выполнения сервиса. В статье описана типизация алгоритмов разработки сервисов геопозиционирования путем выделения функций сервисов и классов задач. Определены пути дальнейшего развития и совершенствования разработанного сервиса. Описаны требования к разработке интерфейса, обеспечивающие on-line-функционирование разработанного программного продукта. Предложено использование удаленных виртуальных серверов, служб и функций, API Google.

Ключевые слова: геопозиционирования, API, Android, приложение, мобильный сервис, программное обеспечение, навигатор.

Tkachenko O.I., Shepel V.A., Zaitseva D.O., Dorosheva A.O.
SOME ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF MOBILE SERVICES FOR
GEOLOCATION BASED API GOOGLE

In the article the issue of developing a cheap and easy means of monitoring of mobile objects through the rational use of resources and opportunities available mobile devices. The article also describes a minimum set of algorithms for execution. This paper describes the development of algorithms typing geolocation service functions by providing services and classes of problems. The ways for further development and improvement of the developed service. We describe the design requirements for the interface that will provide on-line-operation of the developed software. The use of remote virtual servers, services and features, API Google.

Keywords: geolocation, API, Android, application, mobile service, software, navigator.

Бадаев Ю.И., Ганношина И.Н., Медведева О.Ю.

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМОЙ ПЛОСКОЙ РАЦИОНАЛЬНОЙ КРИВОЙ БЕЗЬЕ

В работе предлагается метод целенаправленного изменения формы плоской рациональной кривой Безье на основе анализа величин первой и второй производных исходной кривой и кривых, определяемых узловыми точками. На основе сравнения первых и вторых производных определяется нужное изменение узловых точек и (или) их весов для достижения желаемого результата.

Ключевые слова: рациональная кривая Безье, кривизна, форма кривой.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями. В практике конструирования обводов машин и агрегатов, которые работают в движущейся среде, одной из главных задач является проектирование формы из заданной кривизной вдоль кривой. Поэтому в данной работе рассматриваются методы управления формой кривой, которая проектируется, таким образом, который позволяют достичь желаемой кривизны на заданном участке кривой.

Научная новизна заключается в разработке нового метода управления формой плоской кривой, который дает более точные результаты и результаты, которые не могут быть получены другими методами.

Практическая полезность определяется тем, что предложенный метод дает возможность конструировать обводы оптимальной формы для машин и агрегатов, которые работают в движущейся среде.

Анализ последних исследований и публикаций. В статьях [1-4] предлагаются интерактивные подходы к управлению формой NURBS-кривой, причем в [1] используется разработанная программа построения NURBS-кривой. Предлагается методом последовательного изменения точек узлового вектора и их веса оценивать изменение кривой и пошагово её изменять до тех пор, пока не получим желаемый результат. Такой подход не даёт возможности предвидеть конечный результат в начале проектирования.

Нерешенная ранее часть общей проблемы. В рассмотренных статьях нерешенной проблемой является способ изменения параметров кривой для достижения заранее предполагаемых результатов.

Формулирование целей статьи (постановка задания). Целью статьи является разработка метода целенаправленного изменения точек репера и ее веса плоской рациональной кривой Безье для получения кривой желаемой формы.

Изложение основного материала исследования с обоснованием полученных научных результатов.

Рациональная кривая Безье n -й степени [3, с.101] определяется формулой

$$r(t) = \frac{\sum_{i=0}^n a_i * r_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}, \quad (1)$$

где:

$$a_i = \frac{n!}{i! (n-i)!},$$

r_i – узловой репер кривой,

w_i – веса точек узлового репера.

Управлять формой кривой (1) можно с помощью изменения положения точек r_i узлового репера, а также с помощью изменения весов этих точек. Однако достаточно сложно заранее определить каким образом эти изменения повлияют на форму кривой. Вначале проанализируем влияние на форму при изменении положения узловой точки репера. Изменим в (1) одну из реперных точек, например $r_i, i=j$. Будем иметь: $r_j = r_i + \Delta r_i$, подставив в (1), получим:

$$r(t) = \frac{\sum_{i=0}^n a_i * r_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)} + a_i * \Delta r_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}. \quad (2)$$

Здесь видим, что кривая изменилась на величину $\Delta r(t)$, то есть $r(t)_{\text{новое}} = r(t)_{\text{предыдущее}} + \Delta r(t)$,

где

$$\Delta r(t) = \frac{a_i * \Delta r_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}. \quad (3)$$

Новая кривая $r(t)_{\text{новое}}$ будет являться суммой предыдущей $r(t)_{\text{предыдущее}}$ и дополнительной кривой (3).

Можно предложить построить эту дополнительную кривую с масштабированием Δr_i и тогда будет видно, как будет изменяться исходная кривая. Однако, более точный анализ изменяемой формы даст анализ изменения кривизны кривой. Кривизна плоской кривой определяется формулой [4, с.125]:

$$k = \frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}}. \quad (4)$$

Анализируя формулу (4) видим, что кривизна кривой линейно зависит от величины второй производной и от деления на величину $(1 + y'^2)^{3/2}$. Причем, коэффициент $(1 + y'^2)^{-3/2}$ достаточно сильно влияет на кривизну, и в гораздо большей степени, чем вторая производная. График этого коэффициента показан на рис.1.

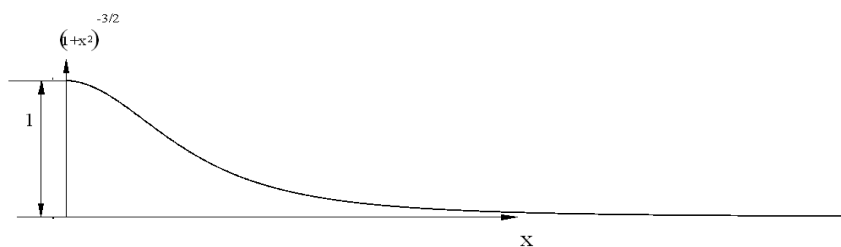


Рисунок 1 – График влияния коэффициента $(1 + y'^2)^{-3/2}$ на кривизну кривой

После изменения положения реперной точки кривизна кривой станет равна:

$$k_{\text{новое}} = \frac{r''_{xx}(t)_{\text{предыдущее}} + \Delta r''_{xx}}{\{1 + [y'_x(t)_{\text{предыдущее}} + \Delta r'_x(t)]\}^{3/2}} \quad (5)$$

Здесь можно предложить оценивать изменения кривизны в начале по изменению первой производной, а потом уже и по изменению второй производной. Предлагается построить график $r''_{xx}(t)_{\text{предыдущее}}$, $\Delta r''_{xx}(t)$, $y'_x(t)_{\text{предыдущее}}$ и $\Delta r'_x(t)$. Эти графики удобно оценивать, когда они построены в зависимости от X . Если же кривая имеет изогнутый вертикально-неоднозначный характер, то эти графики нужно строить по длине кривой.

Далее оценим изменение кривой (1) при изменении веса реперной точки. Изменим вес в какой-либо реперной точке, например r_j . Будем иметь: $w_j = w_i + \Delta w_j$.

Тогда

$$r(t) = \frac{\sum_{i=0}^n a_i * r_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)} + a_j * r_j * \Delta w_j * t^j (1-t)^{(n-j)}}{\sum a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)} + a_j * \Delta w_j * t^j (1-t)^{(n-j)}} \quad (6)$$

Разделим числитель и знаменатель на $\sum a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}$.
Получим

$$\begin{aligned} & r(t) \quad (7) \\ = & \frac{\frac{\sum_{i=0}^n a_i * r_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}} + \frac{\sum_{i=0}^n a_j * r_j * \Delta w_j * t^j (1-t)^{(n-j)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}}{1 + \frac{\sum_{i=0}^n a_j * \Delta w_j * t^j (1-t)^{(n-j)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}} \end{aligned}$$

Можно пренебречь величиной $\frac{a_j * \Delta w_j * t^j (1-t)^{(n-j)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}}$, поскольку она намного меньше 1.

Поэтому можно записать: $r(t)_{\text{новое}} = r(t)_{\text{предыдущее}} + \Delta r(t)$, где

$$\Delta r(t) = \frac{\sum_{i=0}^n a_j * r_j * \Delta w_j * t^j (1-t)^{(n-j)}}{\sum_{i=0}^n a_i * w_i * t^i (1-t)^{(n-i)}} \quad (8)$$

Можно, также, построить кривую (8) с масштабированием по Δw_j и будет видно, как будет меняться форма кривой при изменении w_j . Однако более точный анализ даст анализ изменения кривизны кривой также, как это было предложено для оценки изменения положения реперной точки.

Предложенную методику управления формой кривой продемонстрируем на конкретном примере. На рис.2 представлена рациональная кривая Безье 4-й степени и графики первой производной, второй производной и кривизны по оси X .

На рис.3 представлена кривая с опущенной точкой 1 и графики ее производных. На рис. 4 представлена кривая с поднятой точкой 1 и графики ее производных.

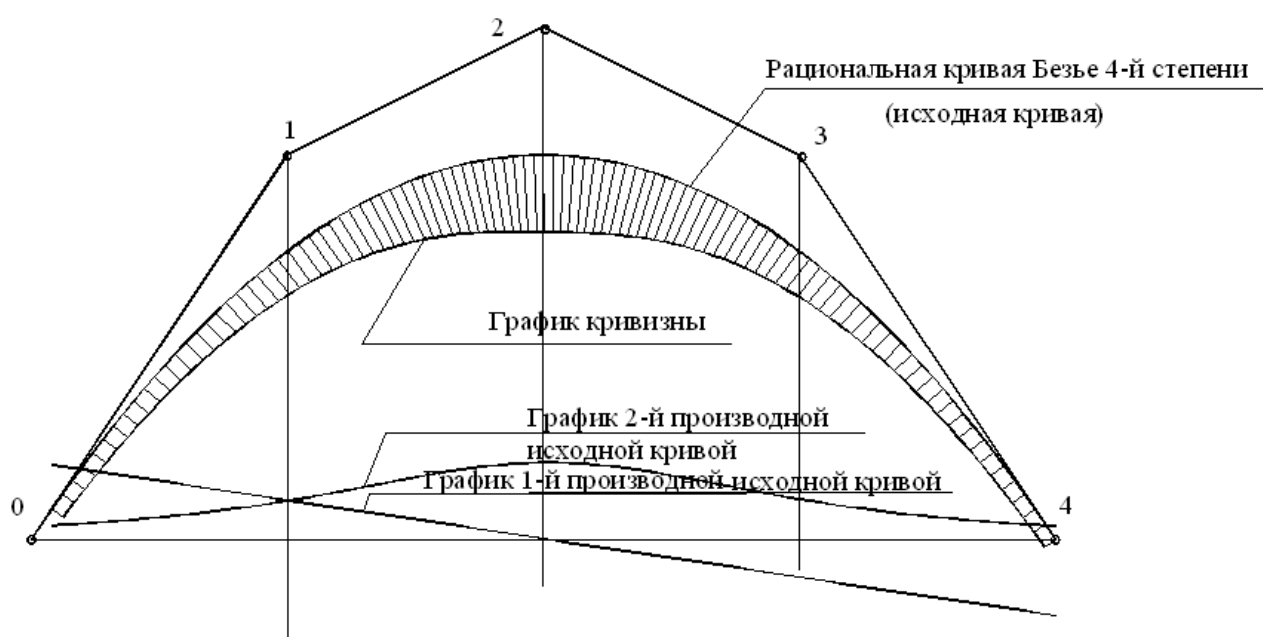


Рисунок 2 – Рациональная кривая Безье 4-й степени и графики ее производных



Рисунок 3 – Рациональная кривая Безье с опущенной точкой 1

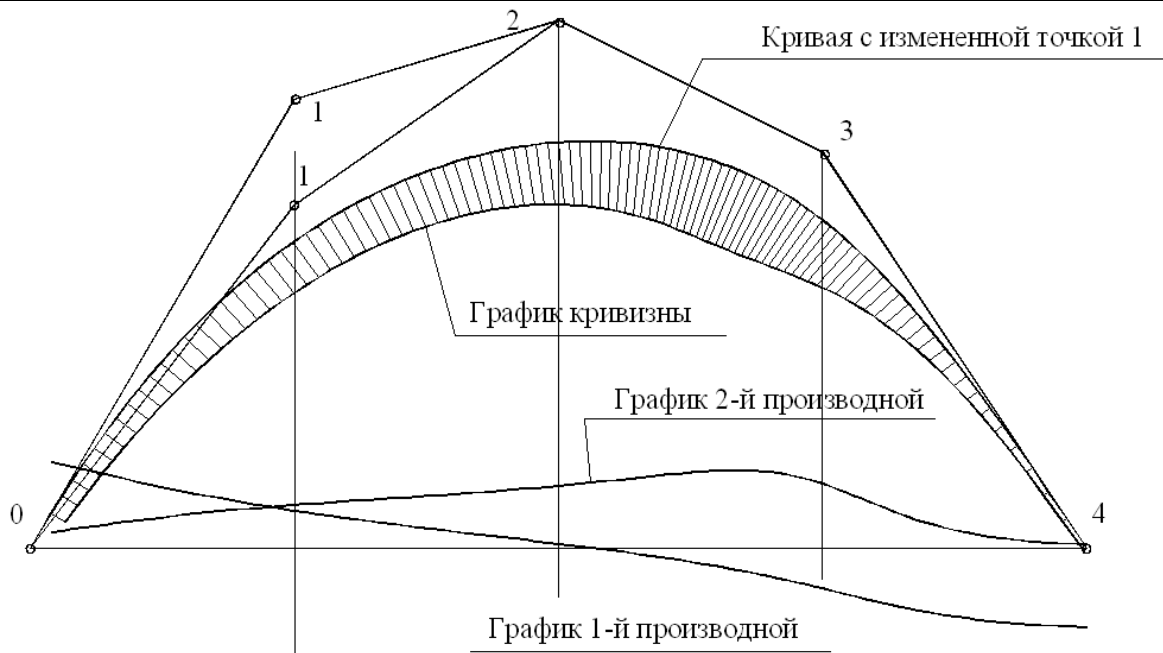


Рисунок 4 – Рациональная кривая Безье с поднятой точкой 1

На рис.5 представлена кривая с поднятой точкой 3 и графики ее производных.

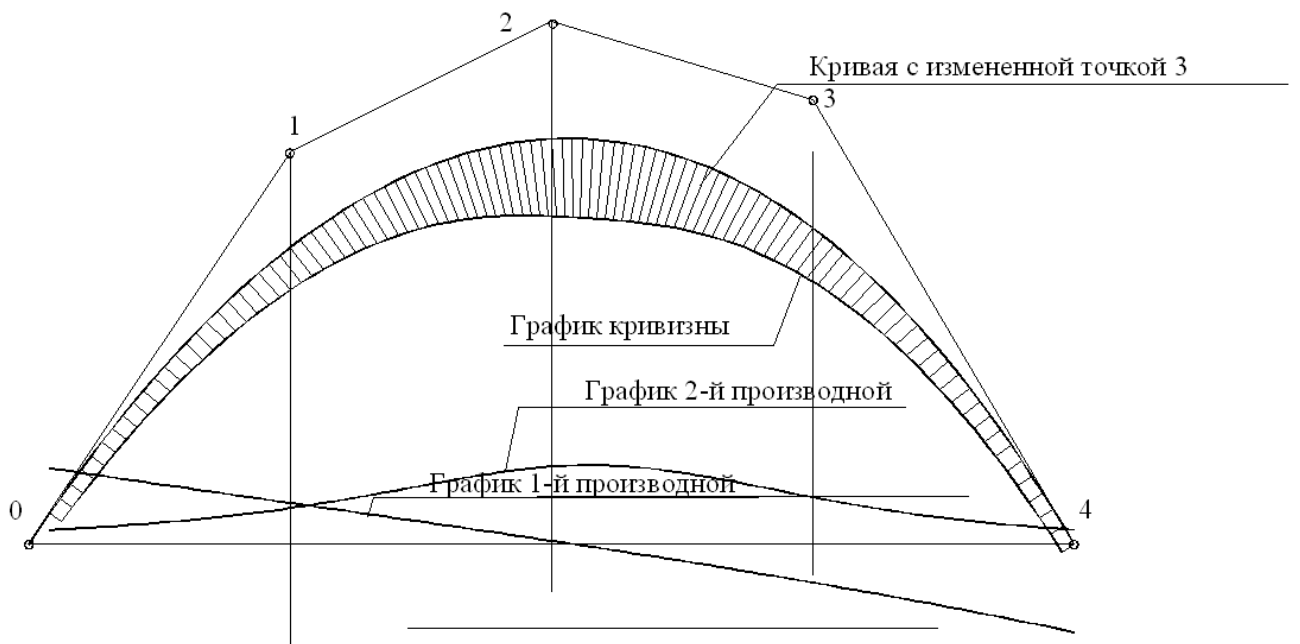


Рисунок 5 – Рациональная кривая Безье с поднятой точкой 3

На рис.6 представлена кривая с опущенной точкой 3 и графики ее производных.

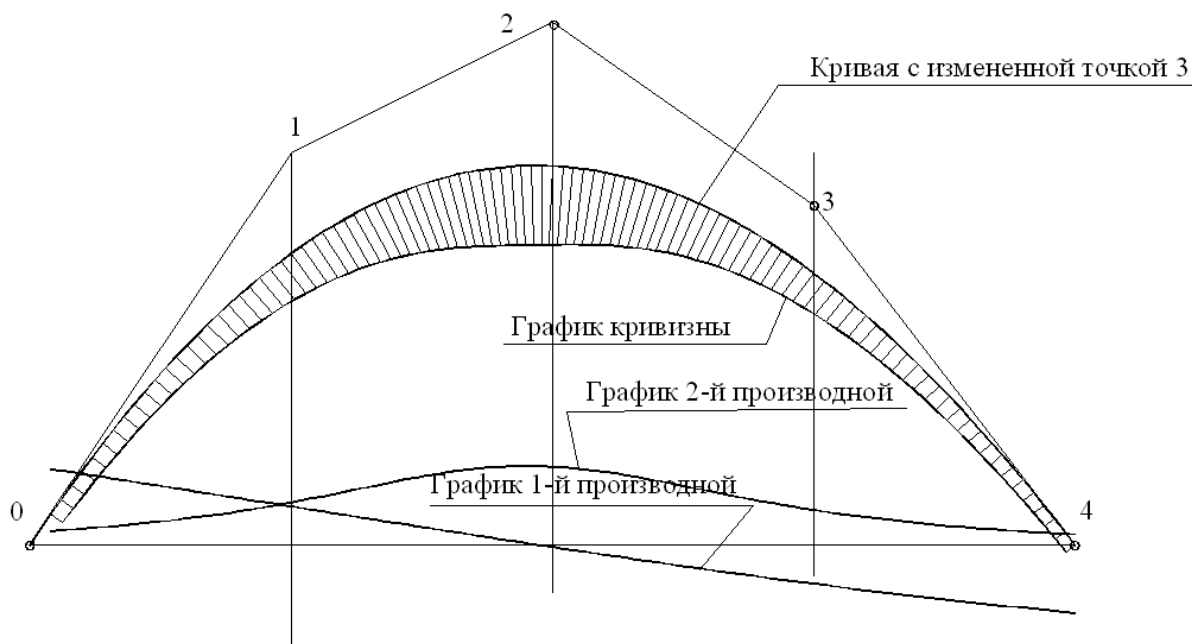


Рисунок 6 – Рациональная кривая Безье с опущенной точкой 3

На рис.7 представлены кривые влияния положения точки 2 и графики ее производных.

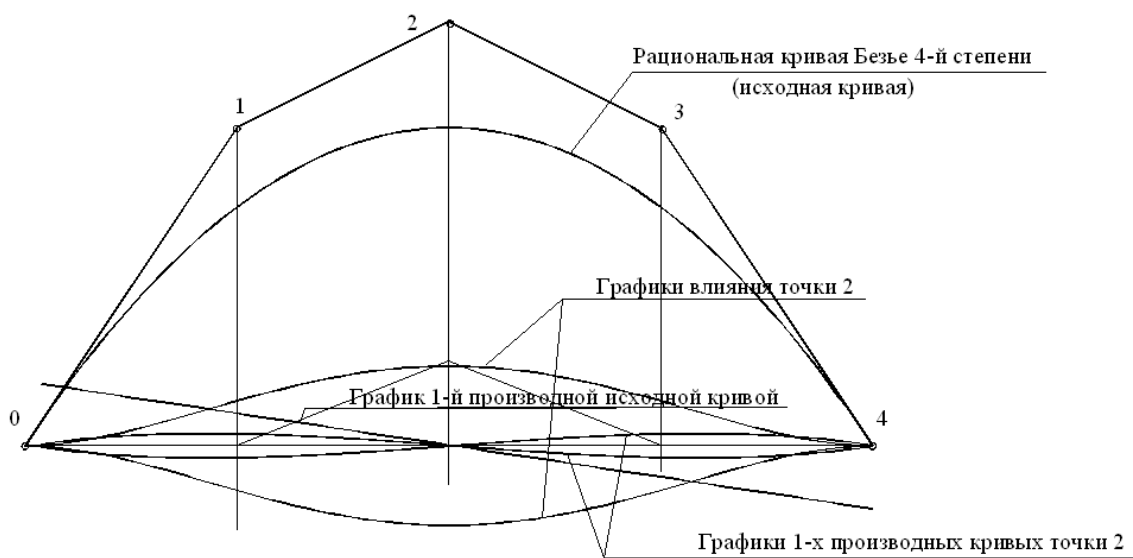


Рисунок 7 – Влияния положений точки 2

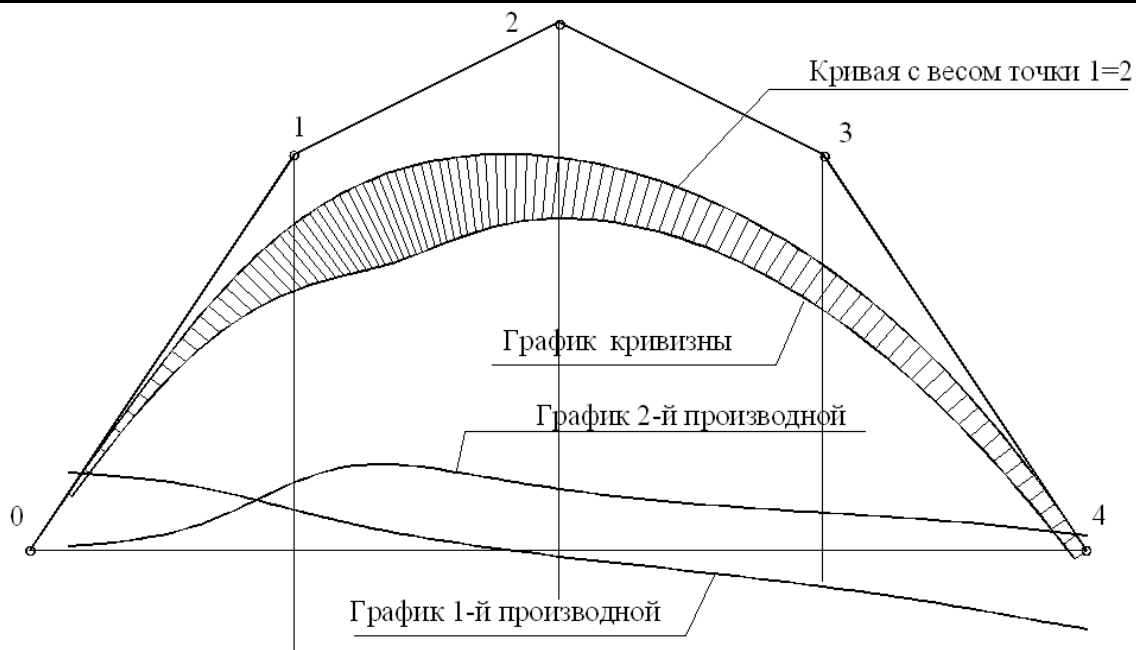


Рисунок 8 – Влияние изменения веса в точке 1

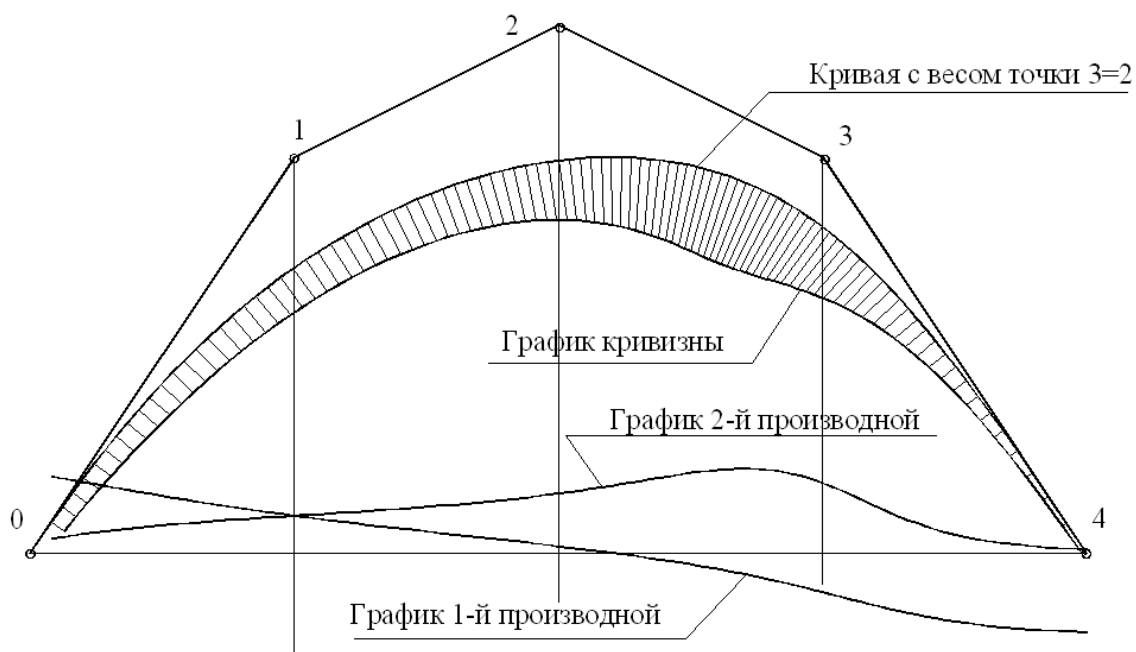


Рисунок 9 – Влияние изменения веса в точке 3

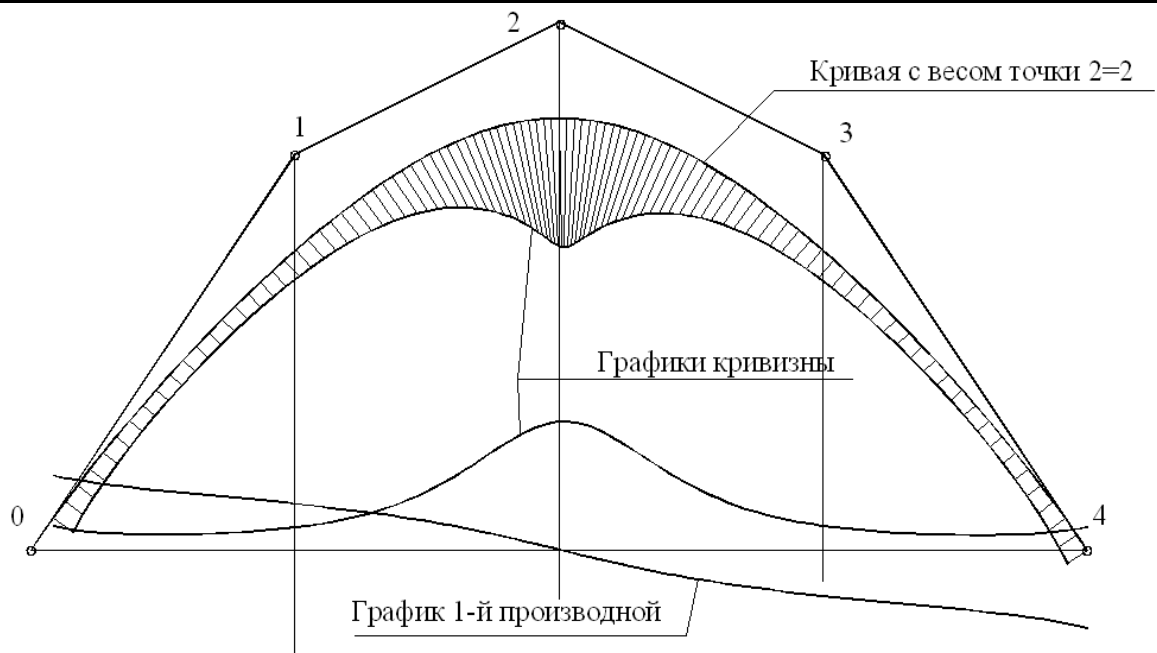


Рисунок 10 – Влияние изменения веса в точке 2

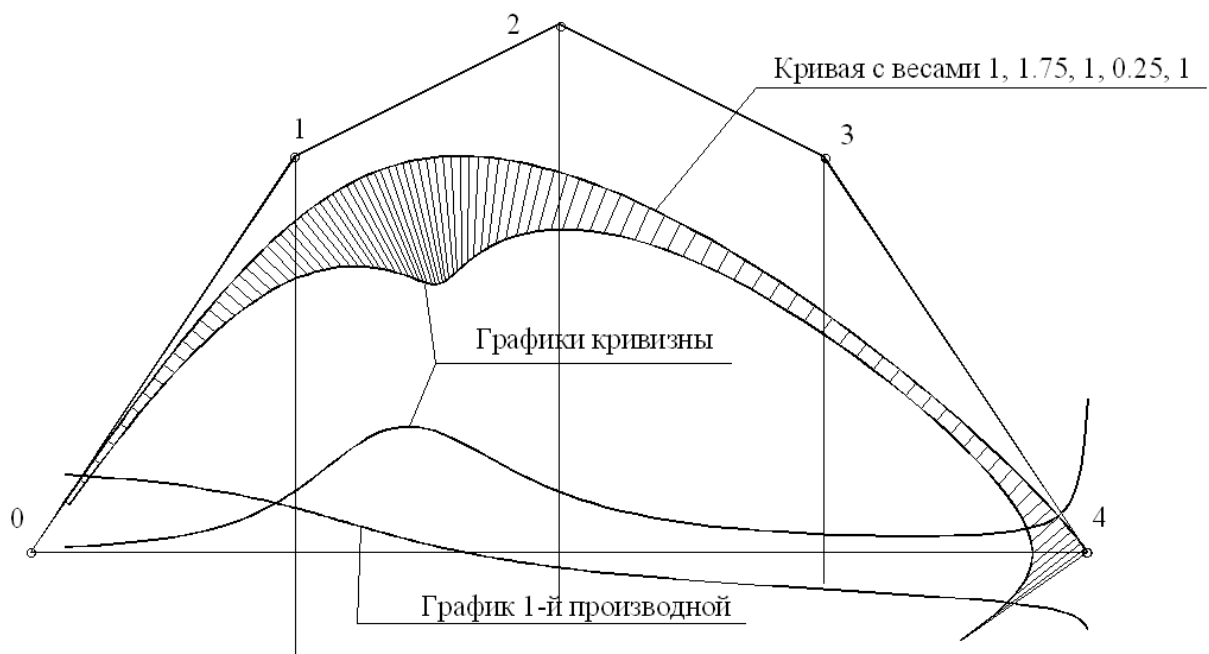


Рисунок 11 – Модификация кривой с целью увеличения кривизны на участке 1-2

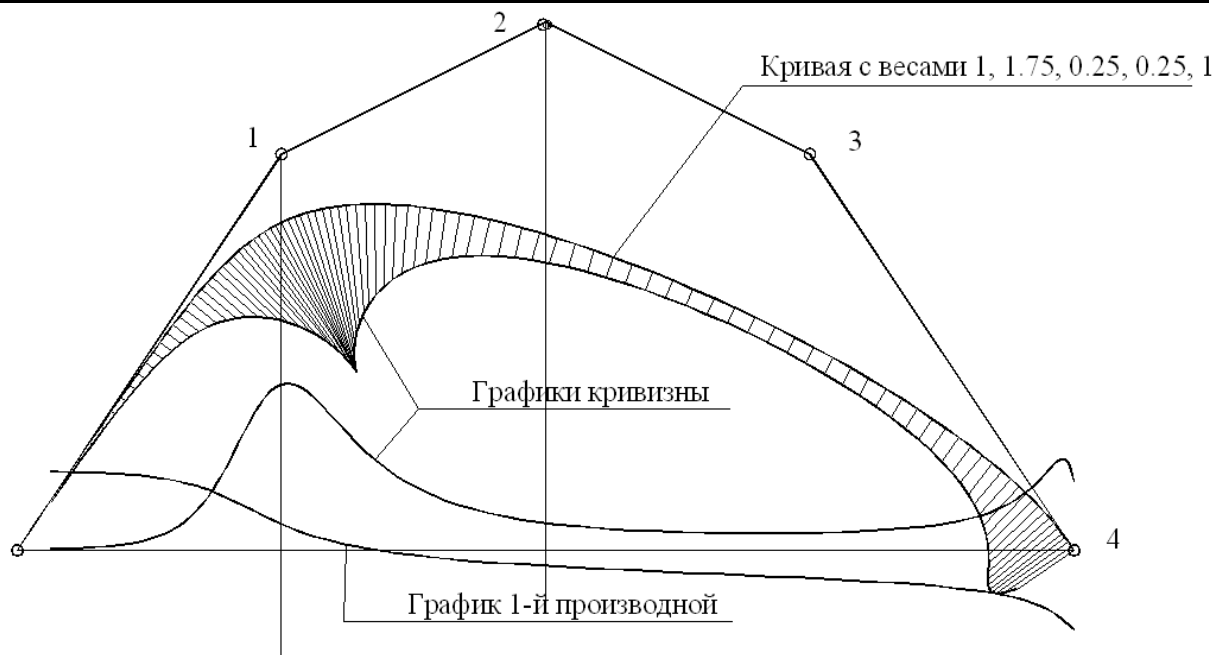


Рисунок 12 – Модификация кривой с целью увеличения кривизны на участке $x = x_1$

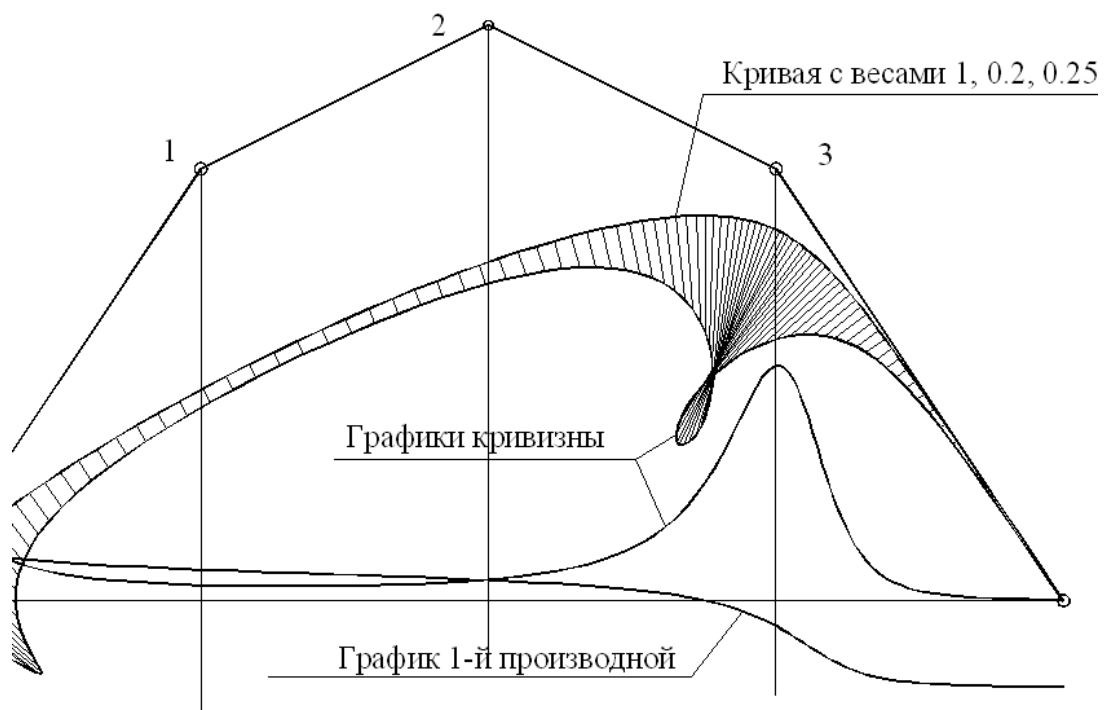


Рисунок 13 – Модификация кривой с целью резкого увеличения кривизны на участке $x = x_3$

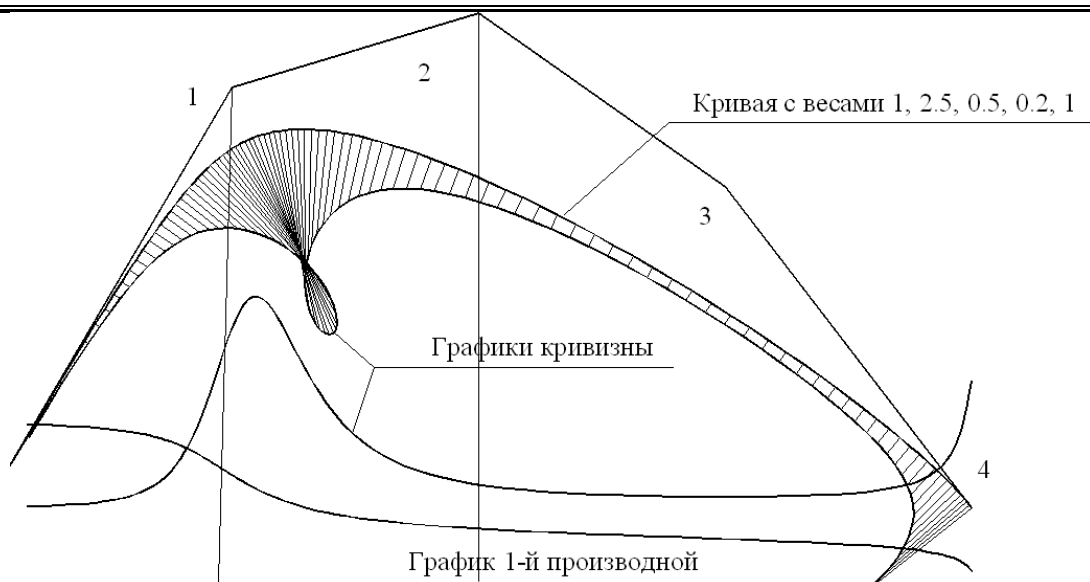


Рисунок 14 – Модификация кривой с целью резкого увеличения кривизны на участке $x = x_1$

Выводы. В работе предложены методы управления формой рациональной кривой Безье на основе оценки влияния изменений положения и веса реперных точек на кривизну кривой на заданном участке кривой. Предложенный метод можно без изменений применить и к NURBS-кривым. Предложенный метод дает возможность конструировать оптимальные обводы машин и агрегатов, которые работают в движущейся среде (обводы самолетов, судов, автомобилей).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадаев Ю. И. Керування кривиною NURBS-кривої 3-го порядку за допомогою ваги контрольних вектор-точок/ Ю.И. Бадаев, А.О. Блиндарук // Водний транспорт. Зб. наук. праць Київської державної академії водного транспорту. – К: КДАВТ, 2015. – №3(21) – С.103-105.
2. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. – М.: Физмат, 1989, – 472с.
3. Погорелов А. В. Геометрия. - М.: Наука, 1983, – 288с.
4. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве: Переведено с английского – М.: Издательство Мир, 1982. – 304 с.

Бадаєв Ю.І., Ганношина І.М., Медведєва Е.Ю.

УПРАВЛІННЯ ФОРМОЮ ПЛОСКОЇ РАЦІОНАЛЬНОЇ КРИВОЇ БЕЗЬЄ

У роботі пропонується метод цілеспрямованої зміни форми плоскої раціональної кривої Безьє на основі аналізу величин першої та другої похідних вихідної кривої і кривих, визначених вузловими точками. На основі порівняння першої та другої похідних визначається потрібна зміна вузлових точок і (або) їх вагів для досягнення бажаного результату.

Ключові слова: раціональна крива Безьє, кривизна, форма кривої.

Badaev Yu. I., Gannoshina I.M., Medvedeva O.Yu.

RATIONAL MANAGEMENT FROM OF FLAT BEZIER CURVES

The paper proposes a method of changing the shape of the flat targeted rational Bezier curve based on the values of analysis of the first and second derivatives of the original curve and curves defined by nodal points. Based on a comparison of the first and the second derivative is determined by the desired change in the nodal points and (or) their weights to achieve the desired result.

Keywords: rational Bezier curve, curvature, shape of the curve.

Шикла Е.Н., Хорошун Л.П., Демяненко С.К., Иваненко В.М.

НЕЛИНЕЙНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье исследовано нелинейное деформирование волокнистых композитных материалов. Предложена модель нелинейного деформирования волокнистых материалов с физически нелинейными стохастическими компонентами. Построен алгоритм для определения эффективных деформативных свойств и напряженно-деформированного состояния волокнистых композитных материалов, а также кривые деформирования для различных видов простого нагружения. Исследовано влияние нелинейности компонентов на деформирование композита. Установлено, что нелинейность компонентов существенно влияет на эффективные деформативные свойства и напряженно-деформированное состояние волокнистых композитов.

Ключевые слова: волокнистые композитные материалы, физическая нелинейность, напряженно-деформированное состояние, эффективные деформативные свойства.

Постановка проблемы. При достаточно высоком уровне нагрузок многие композитные материалы проявляют нелинейный характер зависимостей между макронапряжениями и макродеформациями вследствие физически нелинейного деформирования компонентов. Такой вид нелинейности характерен для композитов на основе пластической металлической матрицы, а также на основе полимеров при повышенных температурах. Однако, экспериментальные исследования показывают [1], что при достаточно высоких температурах нелинейно деформируются также высокомодульные материалы типа стекловолокон. На рис. 1 приведены графики экспериментальной зависимости напряжения от деформации для органического стекла при различных температурах. Как видим, при температуре 80° зависимость между напряжением и деформацией имеет параболический характер. Поэтому представляет интерес исследование физически нелинейного деформирования композитных материалов при нелинейном деформировании как матрицы, так и волокон.

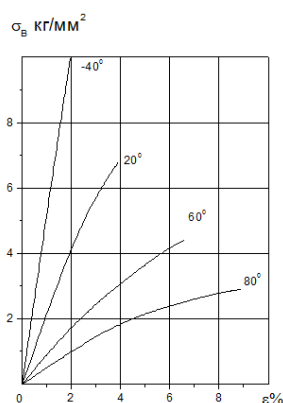


Рисунок 1 – Экспериментальная зависимость напряжения от деформации для органического стекла при различных температурах

Анализ последних достижений и публикаций. Нелинейные волокнистые и слоисто-волокнистые композитные материалы изучались многими авторами: Е.В. Карпов, С.А. Капустин, В.А. Горохов, Ю.А. Чурилов, Ю.Г. Слепнев, С.А. Вульфман, Т.Д. Семькина,

Л.П. Цуканова, Р.Г. Куликов, Н.А. Труфанов, А.М. Полатов, Л.В. Назаренко и др. Однако, авторы или рассматривали материалы с нелинейной или упругопластической матрицей и упругими волокнами, или применяли упрощенную теорию трансверсально-упругой пластичности, предложенную Б.Я. Победря. Но не было исследовано деформирование волокнистых композитов в случае нелинейного деформирования как связующего, так и волокон.

Цель исследования. Построение модели нелинейного деформирования волокнистых композитных материалов с нелинейно деформирующимися матрицей и волокнами.

Основные результаты исследования. Исходные уравнения. Рассмотрим однонаправленный волокнистый композитный материал с нелинейно деформирующимися изотропными компонентами, находящийся в условиях однородных макродеформаций. Ось x_3 направим вдоль волокон. Тогда зависимости между напряжениями σ_{ij} и деформациями ε_{ij} можно представить в виде

$$\sigma_{ij} = \lambda \varepsilon_{pp} \delta_{ij} + 2\mu \varepsilon_{ij} \quad (\lambda = K - 2\mu/3; \quad i, j, p = 1, 2, 3), \quad (1)$$

где модули объемного сжатия K и сдвига μ – случайные функции координат, принимающие значения соответственно K_1, μ_1 и K_2, μ_2 для волокон и связующего, причем объемные деформации компонентов являются линейными, т.е. модули объемного сжатия K_1, K_2 не зависят от деформаций, а сдвиговые деформации описываются нелинейными диаграммами.

Если макрообъем композита находится в условиях макрооднородного деформирования, то микронапряжения σ_{ij} и микродеформации ε_{ij} будут статистически однородными случайными функциями координат, удовлетворяющими свойству эргодичности. Поэтому их математические ожидания $\langle \sigma_{ij} \rangle, \langle \varepsilon_{ij} \rangle$ в произвольной точке макрообъема равны соответственно микронапряжениям и макродеформациям [2, 3]. На основе уравнений равновесия:

$$\sigma_{ij,j} = 0, \quad (2)$$

соотношений Коши

$$\varepsilon_{ij} = u_{(i,j)} \equiv \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}) \quad (3)$$

и зависимостей (1) приходим к физически и статистически нелинейным уравнениям равновесия относительно перемещений u_i

$$\begin{aligned} \lambda(u_{r,r})_{,k} + [\mu(u_{k,r}^0 + u_{r,k}^0)]_{,r} &= -(\lambda \langle \varepsilon_{pp} \rangle \delta_{kl} + 2\mu \langle \varepsilon_{kl} \rangle)_{,l}, \\ (\mu(u_{3,r}^0)_{,r} &= -(2\mu \langle \varepsilon_{k3} \rangle)_{,k} \quad (k, l, r = 1, 2, p = 1, 2, 3). \end{aligned} \quad (4)$$

Флуктуации перемещений u_j^0 пренебрежимо малы по сравнению с их средними значениями при $x_j \rightarrow \infty$, поэтому на бесконечности флуктуации перемещений принимаем равными нулю.

Усредняя соотношения (1), получаем выражения для средних напряжений в виде

$$\langle \sigma_{ij} \rangle = c_1 \lambda_1 \langle \varepsilon_{pp}^1 \rangle \delta_{ij} + c_2 \lambda_2 \langle \varepsilon_{pp}^2 \rangle \delta_{ij} + 2c_1 \mu_1 \langle \varepsilon_{ij}^1 \rangle + 2c_2 \mu_2 \langle \varepsilon_{ij}^2 \rangle, \quad (5)$$

где c_1 и c_2 – объемные концентрации соответственно волокон и связующего.

Нелинейные уравнения для определения эффективных деформативных свойств и напряженно-деформированного состояния композита. Воспользовавшись функцией Грина, уравнения (4) можно привести к интегральной форме. При помощи метода условных моментов [2-4], усредняя эти уравнения по условной плотности, получим систему алгебраических уравнений относительно средних деформаций компонентов. Определим из этой системы средние деформации компонентов $\langle \varepsilon_{ij}^1 \rangle$ и $\langle \varepsilon_{ij}^2 \rangle$ как функции средних деформаций композита $\langle \varepsilon_{ij} \rangle$:

- В ВОЛОКНАХ

$$\begin{aligned}
\langle \varepsilon_{pq}^1 \rangle &= \frac{\lambda_{11}^* - \lambda_{12}^* - 2\mu_2}{2c_1(\mu_1 - \mu_2)} \langle \varepsilon_{pq} \rangle + \\
&+ \frac{1}{\Delta_1} \{ [-(\lambda_{11}^* - \lambda_2 - 2\mu_2)a_2 + (\lambda_{12}^* - \lambda_2)a_1 - (\lambda_{13}^* - \lambda_2)a_2] \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \\
&\quad + [(\lambda_{13}^* - \lambda_2)(a_1 - a_2) - (\lambda_{33}^* - \lambda_2 - 2\mu_2)a_2] \langle \varepsilon_{33} \rangle \}; \\
\langle \varepsilon_{33}^1 \rangle &= \frac{1}{\Delta_1} \{ [(\lambda_{13}^* - \lambda_2)a_1 - (\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^* - 2\lambda_2 - 2\mu_2)a_2] \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \\
&\quad + [(\lambda_{33}^* - \lambda_2 - 2\mu_2)a_1 - 2(\lambda_{13}^* - \lambda_2)a_2] \langle \varepsilon_{33} \rangle \}; \\
\langle \varepsilon_{q3}^1 \rangle &= \frac{\lambda_{44}^* - \mu_2}{c_1(\mu_1 - \mu_2)} \langle \varepsilon_{q3} \rangle \quad (p, q, r=1, 2), \tag{6}
\end{aligned}$$

- в связующем

$$\begin{aligned}
\langle \varepsilon_{pq}^2 \rangle &= \frac{\lambda_{11}^* - \lambda_{12}^* - 2\mu_1}{2c_2(\mu_2 - \mu_1)} \langle \varepsilon_{pq} \rangle + \\
&+ \frac{1}{\Delta_2} \{ [-(\lambda_{11}^* - \lambda_1 - 2\mu_1)a_2 + (\lambda_{12}^* - \lambda_1)a_1 - (\lambda_{13}^* - \lambda_1)a_2] \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \\
&\quad + [(\lambda_{13}^* - \lambda_1)(a_1 - a_2) - (\lambda_{33}^* - \lambda_1 - 2\mu_1)a_2] \langle \varepsilon_{33} \rangle \}; \\
\langle \varepsilon_{33}^2 \rangle &= \frac{1}{\Delta_2} \{ [(\lambda_{13}^* - \lambda_1)a_1 - (\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^* - 2\lambda_1 - 2\mu_1)a_2] \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \\
&\quad + [(\lambda_{33}^* - \lambda_1 - 2\mu_1)a_1 - 2(\lambda_{13}^* - \lambda_1)a_2] \langle \varepsilon_{33} \rangle \}; \\
\langle \varepsilon_{q3}^2 \rangle &= \frac{\lambda_{44}^* - \mu_1}{c_2(\mu_2 - \mu_1)} \langle \varepsilon_{q3} \rangle \quad (p, q, r=1, 2), \tag{7}
\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
\Delta_1 &= 2c_1(\mu_1 - \mu_2)(3\lambda_1 + 2\mu_1 - 3\lambda_2 - 2\mu_2); \quad \Delta_2 = 2c_2(\mu_2 - \mu_1)(3\lambda_1 + 2\mu_1 - 3\lambda_2 - 2\mu_2); \\
a_1 &= 2(\lambda_1 + \mu_1 - \lambda_2 - \mu_2); \quad a_2 = (\lambda_1 - \lambda_2). \tag{8}
\end{aligned}$$

Подставив (6) – (8) в соотношения (5), получим зависимости между макронапряжениями $\langle \sigma_{pq} \rangle$ и макродеформациями $\langle \varepsilon_{pq} \rangle$, которые можно записать в виде

$$\begin{aligned}
\langle \sigma_{pq} \rangle &= (\lambda_{11}^* - \lambda_{12}^*) \langle \varepsilon_{pq} \rangle + (\lambda_{12}^* \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \lambda_{13}^* \langle \varepsilon_{33} \rangle) \delta_{pq}; \\
\langle \sigma_{33} \rangle &= \lambda_{13}^* \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \lambda_{33}^* \langle \varepsilon_{33} \rangle; \quad \langle \sigma_{p3} \rangle = 2\lambda_{44}^* \langle \varepsilon_{p3} \rangle \quad (p, q, r=1, 2), \tag{9}
\end{aligned}$$

причем эффективные деформативные характеристики композита $\lambda_{11}^*, \lambda_{12}^*, \lambda_{13}^*, \lambda_{33}^*, \lambda_{44}^*$ будут функциями макродеформаций $\langle \varepsilon_{pq} \rangle$.

Для волокнистого композитного материала эффективные деформативные характеристики $\lambda_{11}^*, \lambda_{12}^*, \lambda_{13}^*, \lambda_{33}^*, \lambda_{44}^*$ определяются через модули объемного сжатия и сдвига волокон K_1, μ_1 и связующего K_2, μ_2 формулами [4, 5]

$$\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^* = 2c_1(\lambda_1 + \mu_1) + 2c_2(\lambda_2 + \mu_2) - \frac{2c_1c_2(\lambda_1 + \mu_1 - \lambda_2 - \mu_2)^2}{c_1(\lambda_2 + \mu_2) + c_2(\lambda_1 + \mu_1) + m};$$

$$\begin{aligned}
\lambda_{11}^* - \lambda_{12}^* &= 2c_1\mu_1 + 2c_2\mu_2 - \frac{2c_1c_2(\mu_1 - \mu_2)^2}{c_1\mu_2 + c_2\mu_1 + \frac{mn}{n+2m}}; \\
\lambda_{13}^* &= c_1\lambda_1 + c_2\lambda_2 - \frac{c_1c_2(\lambda_1 + \mu_1 - \lambda_2 - \mu_2)(\lambda_1 - \lambda_2)}{c_1(\lambda_2 + \mu_2) + c_2(\lambda_1 + \mu_1) + m}; \\
\lambda_{33}^* &= c_1(\lambda_1 + 2\mu_1) + c_2(\lambda_2 + 2\mu_2) - \frac{c_1c_2(\lambda_1 - \lambda_2)^2}{c_1(\lambda_2 + \mu_2) + c_2(\lambda_1 + \mu_1) + m}; \\
\lambda_{44}^* &= c_1\mu_1 + c_2\mu_2 - \frac{c_1c_2(\mu_1 - \mu_2)^2}{c_1\mu_2 + c_2\mu_1 + m},
\end{aligned} \tag{10}$$

где

$$\lambda_\nu = K_\nu - \frac{2}{3}\mu_\nu \quad (\nu = 1, 2); \tag{11}$$

$$m = c_1\mu_1 + c_2\mu_2; \quad n = c_1(\lambda_1 + \mu_1) + c_2(\lambda_2 + \mu_2), \tag{12}$$

если жесткость связующего больше жесткости волокон, и

$$m = \left(\frac{c_1}{\mu_1} + \frac{c_2}{\mu_2} \right)^{-1}; \quad n = \left(\frac{c_1}{\lambda_1 + \mu_1} + \frac{c_2}{\lambda_2 + \mu_2} \right)^{-1}, \tag{13}$$

если жесткость волокон больше жесткости связующего.

Зависимости (6) – (8), (10) – (13) представляют собой систему нелинейных уравнений для определения эффективных деформативных характеристик композита и средних деформаций в его волокнах и связующем.

Алгоритм для определения эффективных деформативных свойств и напряженно-деформированного состояния композита. Решение системы нелинейных уравнений (6) – (8), (10) – (13) можем построить итерационным методом по следующей схеме. Примем, что объемные деформации и напряжения в волокнах и связующем связаны линейно, то есть их модули объемного сжатия K_1, K_2 не зависят от деформаций, а девиаторы напряжений и деформаций связаны нелинейным законом

$$\langle \sigma_{pq}^v \rangle = 2\mu_\nu (J_\varepsilon^v) \langle \varepsilon_{pq}^v \rangle; \quad J_\varepsilon^v = (\langle \varepsilon_{pq}^v \rangle' \langle \varepsilon_{pq}^v \rangle')^{1/2} \quad (\nu = 1, 2), \tag{14}$$

При этом предполагаем, что нелинейные диаграммы деформирования волокон и связующего при малых деформациях имеют линейные участки, которым соответствуют модули сдвига соответственно $\mu_1(0)$ и $\mu_2(0)$.

Эффективные деформативные характеристики волокнистого композита в n -ом приближении $\lambda_{11}^{*(n)}, \lambda_{12}^{*(n)}, \lambda_{13}^{*(n)}, \lambda_{33}^{*(n)}, \lambda_{44}^{*(n)}$ определяются формулами

$$\begin{aligned}
\frac{\lambda_{11}^{*(n)} + \lambda_{12}^{*(n)}}{2} &= c_1[\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] + c_2[\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})] - \\
&\quad - \frac{c_1c_2[\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) - \lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})]^2}{c_1[\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})] + c_2[\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] + \mu_c}; \\
\frac{\lambda_{11}^{*(n)} - \lambda_{12}^{*(n)}}{2} &= c_1\mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + c_2\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \frac{c_1c_2[\mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) - \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})]^2}{c_1\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + c_2\mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \frac{\mu_c(\lambda_c + \mu_c)}{\lambda_c + 3\mu_c}};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\lambda_{13}^{*(n)} &= c_1 \lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + c_2 \lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \\
& - \frac{c_1 c_2 [\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) - \lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})][\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) - \lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)})]}{c_1 [\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})] + c_2 [\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] + \mu_c}, \\
\lambda_{33}^{*(n)} &= c_1 [\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + 2\mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] + c_2 [\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + 2\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})] - \\
& - \frac{c_1 c_2 [\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) - \lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)})]^2}{c_1 [\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})] + c_2 [\lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] + \mu_c}, \\
\lambda_{44}^{*(n)} &= c_1 \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + c_2 \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \frac{c_1 c_2 [\mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) - \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)})]^2}{c_1 \mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) + c_2 \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)}) + \mu_c}, \tag{15}
\end{aligned}$$

где

$$\lambda_\nu(J_\varepsilon^{\nu(n)}) = K_\nu - \frac{2}{3} \mu_\nu(J_\varepsilon^{\nu(n)}) \quad (\nu = 1, 2); \tag{16}$$

$$\mu_c = c_1 \mu_1(0) + c_2 \mu_2(0); \quad \lambda_c = c_1 [\lambda_1(0) + \mu_1(0)] + c_2 [\lambda_2(0) + \mu_2(0)], \tag{17}$$

если жесткость связующего слоя больше жесткости волокон, и

$$\mu_c = \left[\frac{c_1}{\mu_1(0)} + \frac{c_2}{\mu_2(0)} \right]^{-1}; \quad \lambda_c = \left[\frac{c_1}{\lambda_1(0) + \mu_1(0)} + \frac{c_2}{\lambda_2(0) + \mu_2(0)} \right]^{-1}, \tag{18}$$

если жесткость волокон слоя больше жесткости связующего.

Средние по компонентам деформации в $(n+1)$ -ом приближении $\langle \varepsilon_{ij}^\nu \rangle^{(n+1)}$

определяются через макродеформации $\langle \varepsilon_{ij} \rangle$ по формулам

$$\begin{aligned}
\langle \varepsilon_{ij}^\nu \rangle^{(n+1)} &= (-1)^{\nu+1} \left\{ \frac{\lambda_{11}^{*(n)} - \lambda_{12}^{*(n)} - 2\mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})}{2c_\nu [\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})]} \langle \varepsilon_{ij} \rangle + \right. \\
& + \frac{2[\lambda_{12}^{*(n)} - \lambda_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] - [\lambda_{11}^{*(n)} + \lambda_{13}^{*(n)} - 2\lambda_{12}^{*(n)} - 2\mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)})]}{6c_\nu (K_2 - K_1) [\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})]} \langle \varepsilon_{rr} \rangle \delta_{ij} + \\
& + \left. \frac{2[\lambda_{13}^{*(n)} - \lambda_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] - [\lambda_{33}^{*(n)} - \lambda_{13}^{*(n)} - 2\mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)})]}{6c_\nu (K_2 - K_1) [\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})]} \langle \varepsilon_{33} \rangle \delta_{ij} \right\}; \\
\langle \varepsilon_{33}^\nu \rangle^{(n)} &= (-1)^{\nu+1} \times \\
& \times \left\{ \frac{2[\lambda_{13}^{*(n)} - \lambda_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] - [\lambda_{11}^{*(n)} + \lambda_{12}^{*(n)} - 2\lambda_{13}^{*(n)} - 2\mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)})]}{6c_\nu (K_2 - K_1) [\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})]} \langle \varepsilon_{rr} \rangle + \right. \\
& + \left. \frac{[\lambda_{33}^{*(n)} - \lambda_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)}) - 2\mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})] - [\lambda_{33}^{*(n)} - \lambda_{13}^{*(n)} - 2\mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})][\lambda_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \lambda_1(J_\varepsilon^{1(n)})]}{3c_\nu (K_2 - K_1) [\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})]} \langle \varepsilon_{33} \rangle \right\}; \\
\langle \varepsilon_{i3}^\nu \rangle^{(n)} &= (-1)^{\nu+1} \frac{\lambda_{44}^{*(n)} - \mu_{3-\nu}(J_\varepsilon^{(3-\nu)(n)})}{c_\nu [\mu_2(J_\varepsilon^{2(n)}) - \mu_1(J_\varepsilon^{1(n)})]} \langle \varepsilon_{i3} \rangle \quad (i, j, r = 1, 2). \tag{19}
\end{aligned}$$

В качестве нулевого приближения выбирается случай линейного деформирования волокнистого композитного материала.

Исследование влияния не линейности компонентов на деформирование композита.

В качестве конкретной задачи исследуем нелинейное деформирование волокнистого

композитного материала, у которого модули объемного сжатия волокон K_1 и связующего K_2 постоянны, а модули сдвига μ_ν ($\nu = 1, 2$) задаются функциями

$$\mu_1(J_\varepsilon^1) = \begin{cases} \mu_{01}, & J_\varepsilon^1 < \frac{k_1}{2\mu_{01}}; \\ \mu_{01} - \mu'_1 \left(1 - \frac{k_1}{2J_\varepsilon^1}\right), & J_\varepsilon^1 \geq \frac{k_1}{2\mu_{01}}; \end{cases} \quad (20)$$

$$\mu_2(J_\varepsilon^2) = \begin{cases} \mu_{02}, & J_\varepsilon^2 < \frac{k_2}{2\mu_{02}}; \\ \mu'_2 + \left(1 - \frac{\mu'_2}{\mu_{02}}\right) \frac{k_{i2}}{2J_\varepsilon^2}, & J_\varepsilon^2 \geq \frac{k_2}{2\mu_{02}}, \end{cases} \quad (21)$$

где $\mu_{0\nu}$, μ'_ν , $k_\nu = \sigma_{0\nu} \sqrt{\frac{2}{3}}$ – постоянные волокон (при $\nu=1$) и связующего (при $\nu=2$) материала, $\sigma_{0\nu}$ – предел их текучести, $J_\varepsilon^\nu = (\langle \varepsilon_{pq}^\nu \rangle' \langle \varepsilon_{pq}^\nu \rangle')^{1/2}$, $\langle \varepsilon_{pq}^\nu \rangle'$ – девиатор средних в волокнах или связующем деформаций.

При выполнении расчетов в качестве компонентов взяты соответственно стекловолокна, которые имеют диаграмму нелинейного деформирования (20) с постоянными [1, 6-8]

$$K_1 = 27,78 \text{ ГПа}; \quad \mu_{01} = 20,83 \text{ ГПа}; \quad \mu'_1 = 0,184 \text{ ГПа}; \quad \sigma_{01} = 1,8 \text{ ГПа}, \quad (22)$$

объемным содержанием $c_1 = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 1,0$

и эпоксидная матрица, которая имеет диаграмму линейного упрочнения (21) с постоянными [1, 7-9]

$$K_2 = 3,33 \text{ ГПа}; \quad \mu_{02} = 1,11 \text{ ГПа}; \quad \mu'_2 = 0,02 \text{ ГПа}; \quad \sigma_{02} = 0,12 \text{ ГПа}. \quad (23)$$

На основе полученных зависимостей были исследованы эффективные диаграммы нелинейного деформирования волокнистого композитного материала при различных объемных концентрациях компонентов в слоях.

В случае, когда задано одноосное растяжение композита

$$\langle \varepsilon_{11} \rangle \neq 0; \quad \langle \sigma_{22} \rangle = \langle \sigma_{33} \rangle = 0, \quad (24)$$

согласно (9) макронапряжения $\langle \sigma_{11} \rangle$ композита связаны с макродеформациями $\langle \varepsilon_{11} \rangle$ соотношением

$$\langle \sigma_{11} \rangle = \frac{\lambda_{11}^* - \lambda_{12}^*}{\lambda_{11}^* \lambda_{33}^* - (\lambda_{13}^*)^2} [(\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^*) \lambda_{33}^* - 2(\lambda_{13}^*)^2] \langle \varepsilon_{11} \rangle. \quad (25)$$

При этом в уравнениях имеют место равенства

$$\langle \varepsilon_{22} \rangle = \frac{(\lambda_{13}^*)^2 - \lambda_{12}^* \lambda_{33}^*}{\lambda_{11}^* \lambda_{33}^* - (\lambda_{13}^*)^2} \langle \varepsilon_{11} \rangle; \quad \langle \varepsilon_{33} \rangle = \frac{(\lambda_{12}^* - \lambda_{11}^*) \lambda_{13}^*}{\lambda_{11}^* \lambda_{33}^* - (\lambda_{13}^*)^2} \langle \varepsilon_{11} \rangle. \quad (26)$$

На рис. 2 показаны кривые зависимостей $\langle \sigma_{11} \rangle / \mu_2$ от $\langle \varepsilon_{11} \rangle$ для разных значений объемного содержания волокон c_1 .

В случае, когда задано одноосное растяжение композита

$$\langle \varepsilon_{33} \rangle \neq 0; \quad \langle \sigma_{11} \rangle = \langle \sigma_{22} \rangle = 0, \quad (27)$$

согласно (11) макронапряжения $\langle \sigma_{33} \rangle$ композита связаны с макродеформациями $\langle \varepsilon_{33} \rangle$ соотношением

$$\langle \sigma_{33} \rangle = \frac{1}{\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^*} [(\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^*)\lambda_{33}^* - 2(\lambda_{13}^*)^2] \langle \varepsilon_{33} \rangle. \quad (28)$$

При этом в уравнениях имеют место равенства

$$\langle \varepsilon_{11} \rangle = \langle \varepsilon_{22} \rangle = \frac{-\lambda_{13}^*}{\lambda_{11}^* + \lambda_{12}^*} \langle \varepsilon_{33} \rangle. \quad (29)$$

На рис. 3 показаны кривые зависимостей $\langle \sigma_{33} \rangle / \mu_2$ от $\langle \varepsilon_{33} \rangle$ для разных значений объемного содержания волокон c_1 .

Графики показывают существенное влияние нелинейности деформативных свойств компонентов на деформирование стекловолокнита. Как видно, при $c_1 > 0$ кривые зависимостей $\langle \sigma_{11} \rangle / \mu_2$ от $\langle \varepsilon_{11} \rangle$ имеют параболический характер, а для зависимости $\langle \sigma_{33} \rangle / \mu_2$ от $\langle \varepsilon_{33} \rangle$ при $0 < c_1 < 0,4$ кривая деформирования состоит из двух линейных участков.

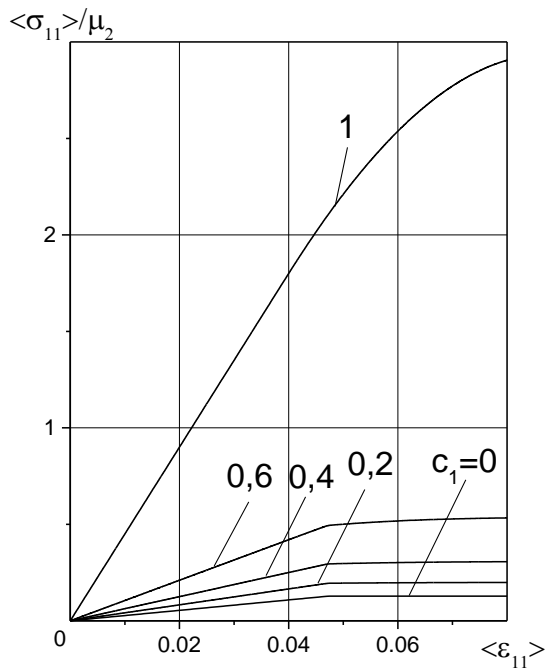


Рисунок 2 – Графики зависимостей макронапряжения от макродеформации при одноосном растяжении [24]

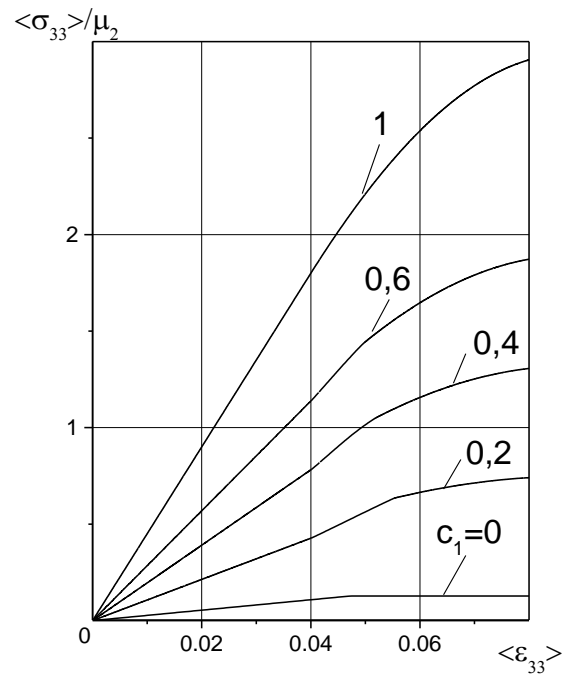


Рисунок 3 – Графики зависимостей макронапряжения от макродеформации при одноосном растяжении [27]

Выводы. В настоящей работе предложено решение задачи о нелинейном деформировании волокнистых композитных материалов с физически нелинейными компонентами. Для волокнистых композитных материалов предложена модель нелинейного деформирования, построены алгоритмы определения эффективных деформативных свойств и напряженно-деформированного состояния, а также исследовано влияние нелинейности на деформирование композита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вулф Б. К., Ромадин К. П. Авиационное материаловедение. – Москва: Машиностроение, 1967. – 422с.
2. Хорошун Л. П. Методы теории случайных функций в задачах о макроскопических свойствах микронеоднородных сред // Прикл. механика. – 1978. – 14. № 2. – С. 3-17.
3. Хорошун Л. П. Метод условных моментов в задачах механики композитных материалов // Прикл. механика. – 1987. – 23, № 10. – С. 100-108.
4. Хорошун Л. П., Маслов Б. П., Шикула Е. Н., Назаренко Л. В. Статистическая механика и эффективные свойства материалов. – Киев: Наук, думка, 1993. – 389 с. (Механика композитов: в 12-ти т.; Т. 3).
5. Хорошун Л. П., Шикула Е. Н. Нелинейные деформативные свойства дисперсно-упрочненных материалов // Механика композитных материалов. – 2002. – 38, № 4. – С. 473-486.
6. Крегерс А. Ф. Математическое моделирование термического расширения пространственно армированных композитов // Механика композитных материалов. – 1988. – № 3. – С. 433-441.
7. Михеев С. В., Строганов Г. Б., Ромашин А. Г. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике. – Москва: Альтекс, 2002. – 276 с.
8. Белов А. Ф., Бенедиктовна Г. П., Висков А. С. и др. Строение и свойства авиационных материалов – Москва: Металлургия, 1989. – 368 с.
9. Гузь А. Н., Хорошун Л. П., Ванин Г. А. и др. Механика материалов. – Киев: Наук, думка, 1982. – 368 с. (Механика композитных материалов и элементов конструкций: в 3-х т.; т. 1).

Шикула Е.Н., Хорошун Л.П., Демьяненко С.К., Иваненко В.Н.
НЕЛІНІЙНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті досліджено нелінійне деформування волокнистих композитних матеріалів. Запропоновано модель нелінійного деформування волокнистих матеріалів з фізично нелінійними стохастичними компонентами. Побудовано алгоритм для визначення ефективних деформативних властивостей і напружено-деформованого стану волокнистих композитних матеріалів, а також криві деформування для різних видів простого навантаження. Досліджено вплив нелінійності компонентів на деформування композита. Встановлено, що нелінійність компонентів суттєво впливає на ефективні деформативні властивості та напружено-деформований стан волокнистих композитів.

Ключові слова: волокнисті композитні матеріали, фізична нелінійність, напружено-деформований стан, ефективні деформативні властивості.

Shikula E.N., Khoroshun L.P., Dem'yanenko S.K., Ivanenko V.M.
NONLINEAR DEFORMATION OF OF FIBROUS MATERIALS

The nonlinear deformation of fibrous composites is studied in the article. A model of nonlinear deformation of fibrous composite materials under physically nonlinear deformation of components is formulated. Algorithms of determination of effective deformative properties and stress-strain state of fibrous composite materials as well as the deformation curves for different types of simple loading are constructed. Influence of a nonlinearity of the deformation of components on the effective deformative properties of fibrous composite materials is investigated. It is established that the nonlinearity of the components significantly affects on the effective deformative properties and stress-strain state of fibrous composites.

Keywords: fiber composites, physically nonlinear deformation of components, effective deformative properties, influence of nonlinearity.

Чабан В.І., Батуєв Д.Ю., Якусевич Ю.Г.

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВІГАЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

У даній статті розглядаються окремі питання оцінки ефективності навігаційного обслуговування, рішення яких важливо на етапі проектування складної технічної системи. Проведене в даній статті дослідження дало можливість запропонувати новий підхід до оцінки ефективності навігаційного комплексу, якій полягає в описі властивостей точності навігаційного обслуговування на основі властивостей надійності.

Ключові слова: навігаційне обслуговування, точність, надійність.

Як правило, ефективність навігаційного обслуговування оцінюється з позицій точності й надійності. Однак при такому традиційному підході виникають відомі проблеми, пов'язані з побудовою комплексного критерію, що поєднує характеристики точності й надійності [1,2]. У зв'язку із цим, зараз є актуальним розроблення нового підходу до оцінки ефективності навігаційного обслуговування системи, що полягає в описі властивостей точності навігаційної системи на основі властивостей надійності.

Подія відмови навігаційного обслуговування настає у випадку, коли хоча б один з навігаційних параметрів виробляється в ній з підвищеною погрішністю або взагалі не виробляється. До відмови навігаційного обслуговування можуть приводити критичні дефекти її елементів. Такі відмови будуть апаратними. У той же час характерною рисою навігаційного обслуговування є можливість її відмови при відсутності дефектів в елементах системи. Такі відмови будуть інформаційними. Після інформаційної відмови навігаційного обслуговування, система або самовідновлюється або для її відновлення не потрібно заміни елементів. При цьому досить лише корекції внутрішньої інформації системи на основі додаткової інформації від зовнішніх засобів. Будь-яка відмова системи є наслідком певної причини, що будемо називати порушенням. Порушення, що приводять до інформаційних відмов будемо називати інформаційними порушеннями. Очевидно, що природа інформаційних порушень залежить від специфіки навігаційного обслуговування. Інформаційні порушення можуть бути викликані або помилками апаратури і програмного забезпечення, або аномаліями зовнішнього середовища, що впливають на роботу датчиків навігаційного обслуговування.

Таким чином, поняття надійності навігаційного обслуговування є комплексним і містить у собі апаратну надійність (надійність щодо апаратних відмов) і інформаційну надійність (надійність щодо інформаційних відмов). Перша складова представляє властивість надійності навігаційного обслуговування в традиційному розумінні, друга складова представляє властивість точності навігаційного обслуговування. Практика показує, що інтенсивності інформаційних і апаратних відмов подібні. Тому до складу прецизійних систем навігаційного обслуговування включають засоби для відбивання інформаційних відмов. Особливу значимість засоби відбивання інформаційних відмов мають для автономних систем навігаційного обслуговування, погрішності яких є нестационарними та у випадку несвоєчасної корекції приводять до інформаційних відмов. Характеристики інформаційної надійності аналогічні характеристикам апаратної надійності. Основними характеристиками інформаційної надійності є ймовірність безвідмовної роботи й коефіцієнт готовності. При цьому ймовірність безвідмовної роботи визначається як ймовірність не перевищення погрішністю виробітку будь-якого навігаційного параметра заданого рівня на заданому інтервалі часу.

Інформаційна надійність навігаційного обслуговування визначається «невдалими» реалізаціями її погрішності. При цьому для погрішностей навігаційних систем як базова модель доцільно прийняти випадковий марковський процес, що формується як рішення системи лінійних стохастичних диференціальних рівнянь першого порядку. Ці рівняння

характеризуються випадковими початковими умовами та у правій частині містять випадкові функції

$$\dot{x}(t) = F(t)x(t) + \eta(t),$$

де $\dot{x}(t)$ – n -мірний вектор стану;

$F(t)$ – $(n \times n)$ - матриця динаміки;

$\eta(t)$ – n -мірний випадковий процес.

У загальному випадку для марковського процесу $x(t)$ процес $\eta(t)$ повинен мати наступний вигляд

$$\eta(t) = G\zeta(t) + \Theta(t),$$

де $\Theta(t)$ – пуассоновський потік дельтаобразних імпульсів;

$\zeta(t)$ – гауссовський білий шум одиничної інтенсивності.

Якщо у $\eta(t)$ відсутнє пуассоновська складова $\Theta(t)$, то процес $x(t)$ є марковським і гауссовим або дифузійним марковським процесом.

Якщо у $\eta(t)$ відсутнє гауссова складова $\zeta(t)$, то процес $x(t)$ є стрибкоподібним марковським процесом. Традиційно враховується що для опису погрішностей автономних навігаційних систем найбільшою мірою підходять стрибкоподібні марковські процеси, а для опису погрішностей радіотехнічних систем навігаційного обслуговування підходять дифузійні марковські процеси [1,2].

Найбільш складним для аналізу є погрішності автономної й, зокрема, інерційної системи навігаційного обслуговування. Складність завдання визначається тим, що погрішності виробітку будь-якого навігаційного параметра в інерційних системах навігаційного обслуговування є в загальному випадку нестационарної й багатокomпонентної.

В основі процедури оцінки ймовірності безвідмовної роботи лежить положення щодо можливості використання при її наближених розрахунках експонентційного закону

$$P(T) = \exp(-\mu T),$$

у випадку, коли

$$x_0 \gg \sigma,$$

де x_0 – значення рівня, що задається;

σ – середньоквадратичне значення процесу $x(t)$;

μ – інтенсивність інформаційних відмов.

Як видно, вираз для ймовірності безвідмовної роботи при інформаційних відмовах збігається з виразом для ймовірності безвідмовної роботи при апаратних відмовах, однак інтенсивність інформаційних відмов залежить від характеристик процесу й заданого рівня x_0 .

Для випадку, коли погрішність представляється сумою дифузійних процесів рішення засноване на використанні рівняння Фоккера-Планка-Колмогорова. При цьому в більшості випадків для обчислення інтенсивності інформаційних відмов використовується наступний вираз

$$\mu = \left(\sum_{j=1}^m v_j^2 \sigma_j^2 \right)^{\frac{1}{2}} \left(\sum_{j=1}^m \sigma_j^2 \right)^{-\frac{1}{2}} \exp \left\{ -x_0^2 \left(2 \sum_{j=1}^m \sigma_j^2 \right)^{-1} \right\},$$

де m – число складові погрішності;

σ_j – середньоквадратичне значення складової;

V_j^{-1} – еквівалентний інтервал кореляції, що залежить від типу й частотних властивостей складовій.

Для випадку, коли погрішність надається сумою стрибкоподібних процесів рішення засноване на спрощеній процедурі, при якій формується випадковий процес, еквівалентний сумі виділених апроксимуючих процесів. При цьому виникнення інформаційних відмов

представляється як «просівання» потоку стрибків еквівалентного процесу, а саме, інформаційні відмови виникають при наявності стрибка й при додатковій умові, що складається в перевищенні реалізацій погрішності заданого рівня. За умови, що потік стрибків сумарного процесу має інтенсивність λ і перевищення не відбувається з імовірністю p , причому

$$1 - p \ll 1,$$

тоді, вираз для ймовірності безвідмовної роботи має вигляд

$$P(T) = p^{\lambda T} \cong \exp[-\lambda(1-p)T].$$

Таким чином, імовірність безвідмовної роботи підкоряється експоненційному закону. Проведене в даній статті дослідження проблем ефективності функціонування систем навігаційного обслуговування надає можливість запропонувати новий підхід до наукового завдання оцінки ефективності системи навігаційного обслуговування, якій полягає в описі властивостей точності навігаційної системи на основі властивостей надійності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бранец В.Н., Микрин Е.А., Платонов В.Н., Евдокимов С.Н., Михайлов М.В., Ріжків С.Н., Муртазин Р.Ф. Навігаційне забезпечення міжнародної космічної станції // Матеріали X Санкт-Петербурзької міжнародної конференції по інтегрованих навігаційних системах.- Санкт-Петербург.-2003.- С.7-13.
2. Бранец В.Н., Платонов В.Н. Система керування рухом і навігації Російського сегмента міжнародної космічної станції (МКС)// Гіроскопія й навігація.- 2002.- №4 (39).- С. 13-22.
3. Сучасні космічні системи оптичної зйомки Землі / А.М. Явтушенко, С.В. Козелков, В.І. Богомья, С.Д. Ставицький: Навч. посіб.- К.: НАОУ, 2004. – 80 с.
4. Ханцеверов Ф.Р., Остроухов В.В. Моделирование космических систем изучения природных ресурсов Земли.-М.: Машиностроение,1989.-264 с.
5. Жалило А.А., Кот П.А., Минервин И.Н. и др. Навигация космических аппаратов по сигналам космических навигационных систем ГЛОНАСС и NAVSTAR. // Космічна наука і технологія. – 1995. – №1. – С.69 – 74.
6. Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. – М.: Наука, 1979. – 336с.

Чабан В.И., Батуев Д.Ю., Якушев Ю.Г.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАВИГАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В статье рассматриваются отдельные вопросы оценки эффективности навигационного обслуживания, решения которых важно на этапе проектирования сложной технической системы. Проведенное исследование дало возможность предложить новый подход к оценке эффективности, который заключается в описании особенностей точности навигационного обслуживания на основе особенностей надежности.

Ключевые слова: навигационное обслуживание, точность, надежность.

Chaban V.I., Batuyev D.Yu., Yakushevich Yu.G.

THE ASSESSMENT EFFICIENCY OF A NAVIGATION SERVICE

The article discusses some issues about the evaluation of the effectiveness of navigation-servicing, the solution of which is important in the design phase of complex technical systems issues. This research provided an opportunity to propose a new approach to evaluating the effectiveness of which is to describe the characteristics of precision navigation service based on the features of reliability.

Key words: navigation service, accuracy, reliability.

Доронін В.В., Алейніков М.В., Алейніков В.М., Дмитрієв А.А.

ВИКОРИСТАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИЯВЛЕННІ ДЕФЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ БАЗОВОЇ ВЕРСІЇ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ECDIS

Стаття присвячена актуальній проблемі точного теоретичного аналізу та критеріїв щодо впровадження технології тестування, контролю та верифікації технологічних модулів у вигляді алгоритму автоматизації тестування ECDIS. Проведений у статті аналіз проблеми впровадження технології тестування, контролю та верифікації технологічних модулів, а також існуючих методів перевірок ECDIS перед виходом судна показав, що даний напрям є малодослідженим. В стандартах ECDIS ця вимога не є однозначною. Обґрунтована математична модель для реалізації розширення функціональних можливостей ECDIS за рахунок тестування, контролю та верифікації технологічних модулів у режимах контролю і діагностування. Розроблений і обґрунтований лінійний алгоритм технології тестування, контролю та верифікації технологічних модулів.

Ключові слова: безпека судноплавства, ефективність експлуатації, інформаційні технології, тестування, верифікація, інструментальний метод навігації.

Вступ. Підвищення ефективності експлуатації водних транспортних засобів (ВТЗ) на базі електронно-картографічних систем (ECDIS) вимагає розробки додаткових програмних, інформаційних та інструментальних засобів оперативного синтезу дієвих систем підтримки прийняття рішень для вахтових помічників капітанів.

Багатокритеріальні вимоги до експлуатаційних режимів управління рухом ВТЗ, насамперед, на стислих габаритних смугах, породжують труднощі з реалізацією обчислювального інтелекту. За допомогою сучасних комп'ютерних, інформаційних та телекомунікаційних технологій він поки ще не здатний за критерієм обчислювальної складності зменшити показник аварійності суден.

Стаття присвячена дослідженню та розв'язанню актуальної головної задачі для результуючого багатокритеріального підвищення ефективності експлуатації ВТЗ на базі електронно-картографічних систем ECDIS, що вимагає розробки додаткових програмних, інформаційних та інструментальних засобів оперативного синтезу дієвих систем підтримки прийняття рішень для вахтових помічників капітанів.

Розв'язання проблеми дослідження полягає в тому, що технологія тестування, контролю та верифікації технологічних модулів функціонування ECDIS дуже трудомістка. При ручному тестуванні (*manualtesting*) оператори вручну виконують тести, не використовуючи ніяких засобів автоматизації. Ручне (мануальне) тестування – самий недосконалий і простий тип тестування, який не потребує великої кількості додаткових знань. Крім того, мануальне тестування може недостатньо ефективно знаходити деякі класи помилок у функціонуванні ECDIS.

Автоматизоване тестування передбачає використання спеціального програмного забезпечення (ПЗ) для контролю виконання тестів і порівняння очікуваного фактичного результату роботи програми. Цей тип тестування допомагає автоматизувати часто повторювані, але необхідні для максимізації тестового покриття завдання (рис. 3 ÷ 4).

Таким чином, недосконалість процесу верифікації не дозволяє однозначно і повністю усунути дефекти, помилки і встановити коректність функціонування аналізованої програми.

Удосконалення технології тестування, контролю та верифікації технологічних модулів, автоматизації тестування *ECDIS* сприятиме надійності вирішення навігаційних задач для підвищення безпеки руху ВТЗ з урахуванням специфіки функціонування транспортної системи України. Особливої актуальності застосування технології тестування набуває при функціонуванні інструментального методу навігації.

Мета роботи – автоматизація процесу тестування інтерфейсу оператора *ECDIS*.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вперше автоматизоване тестування згадується в книзі Фредеріка Брукса «Міфічний людино-місяць», де йдеться про перспективи використання модульного тестування. Проаналізовано два основних підходи до автоматизації тестування: тестування на рівні коду і тестування користувальницького інтерфейсу. До першого типу відноситься, зокрема, модульне тестування. До другого – імітація дій користувача за допомогою спеціальних тестових фреймворків. Найбільш високими темпами автоматизація тестування стала розвиватися у 1980-х роках.

Слід відзначити, що протягом останніх 10 років розвиток сучасних електронно-картографічних засобів для ефективного використання водного транспорту проходив пришвидшеними темпами. Електронно-картографічні навігаційні системи уже продемонстрували своє значення та експлуатаційну надійність у роботі. На теперішній час процес їх вдосконалення продовжується [2]. Активний розвиток та освоєння засобів навігаційного забезпечення знайшов відображення у збільшенні кількості публікацій і досліджень з питань підвищення ефективності процесів експлуатації навігаційного електронно-картографічного обладнання.

Аналіз проблеми використання технології тестування, контролю та верифікації технологічних модулів для функціонування *ECDIS* показав, що даний напрям є малодослідженим у порівнянні з іншими напрямками експлуатації електронно-картографічних систем. Крім того, в стандартах *ECDIS* ця вимога не є однозначною. Не дивлячись на складність та існуючі проблеми, стала очевидною користь, яку можна отримати шляхом автоматизації тестування інтерфейсу користувача (ІК) *ECDIS* для вирішення окремих задач з безпечної експлуатації водного транспорту.

Так, аналіз нормативно-правових актів показав, що вимоги до електронно-картографічного обладнання викладені без конкретного алгоритму дій операторів, що дало можливість розробнику самостійно розробляти і впроваджувати алгоритми реалізації функціональних можливостей електронно-картографічного обладнання. А це зумовило появу істотних відмінностей інформаційно-управляючих панелей, різних підривнів меню, форматів відображення ЕК, що значно ускладнило експлуатацію різних типів систем, включаючи їх тестування. У зв'язку з цим, окрім обов'язкової підготовки судноводіїв, передбаченої Конвенцією ПДНВ, багато судноплавних компаній змушені проводити додаткову перепідготовку по конкретному типу обладнання *ECDIS* і обирати єдиного постачальника в судноплавній компанії.

У резолюціях *IMO A.817(19)*, *MSC 232(82)* крім обов'язкових вимог до обладнання *ECDIS* («повинно бути») викладаються і не обов'язкові («може бути») без конкретного вказання мінімальних вимог щодо відображення такої інформації. Це стосується автоматизації тестування ІК, підключення датчиків інформації: *NAVTEX*, *AIS*, *ARPA*, *radar*, ехолота і бази даних додаткової навігаційної інформації, що також приводить до істотних відмінностей відображеної інформації.

Резолюцією *IMO A.893(21)* «Керівництво по плануванню рейсу судна» встановлено вимоги щодо етапності переробки інформації і прийняття рішення, стандартності дій оператора з підготовки судна до рейсу. Разом з тим, *IMO* до теперішнього часу не прийнятий порядок використання ІК *ECDIS* по виконанню вимог резолюції.

Питання підвищення ефективності процесів експлуатації навігаційного електронно-картографічного обладнання для безпечного використання засобів водного транспорту досліджувалися у роботах, статтях і дослідженнях Алейсйчука М.С., Алексішина В.Г.,

Богомья В.І., Баранова Г.Л., Беляєвського Л.С., Вагущенко Л.Л., Гагарського Д.А., Гладких І.І., Данцевича В.А., Кошового А.А., Кошового В.М., Лобастова В.М., Мальцева А.С., Носкова А.А., Сизова М.М., Тихонова І.В., Цимбала М.М. Питання, пов'язані з автоматизацією тестування ІК *ECDIS*, не розглядалися, що робить процедуру перевірок значно трудомісткою, а в ряді випадків – дуже складною.

Викладення основного матеріалу. Тестування (атестаційне) використовується для того, щоб визначити, чи відповідає реалізація системи стандарту, на якому заснована дана реалізація. Атестаційне тестування не здатне гарантувати 100% відповідність стандарту. Покриття набору тестів може асимптотично йти до цього значення. Найбільш поширеною формою автоматизації є тестування додатків через графічний користувальницький інтерфейс. Популярність такого виду тестування пояснюється двома факторами: по-перше, додаток тестується тим же способом, яким його буде використовувати оператор, по-друге, можна тестувати додаток, не маючи при цьому доступу до вихідного коду (рис. 1).

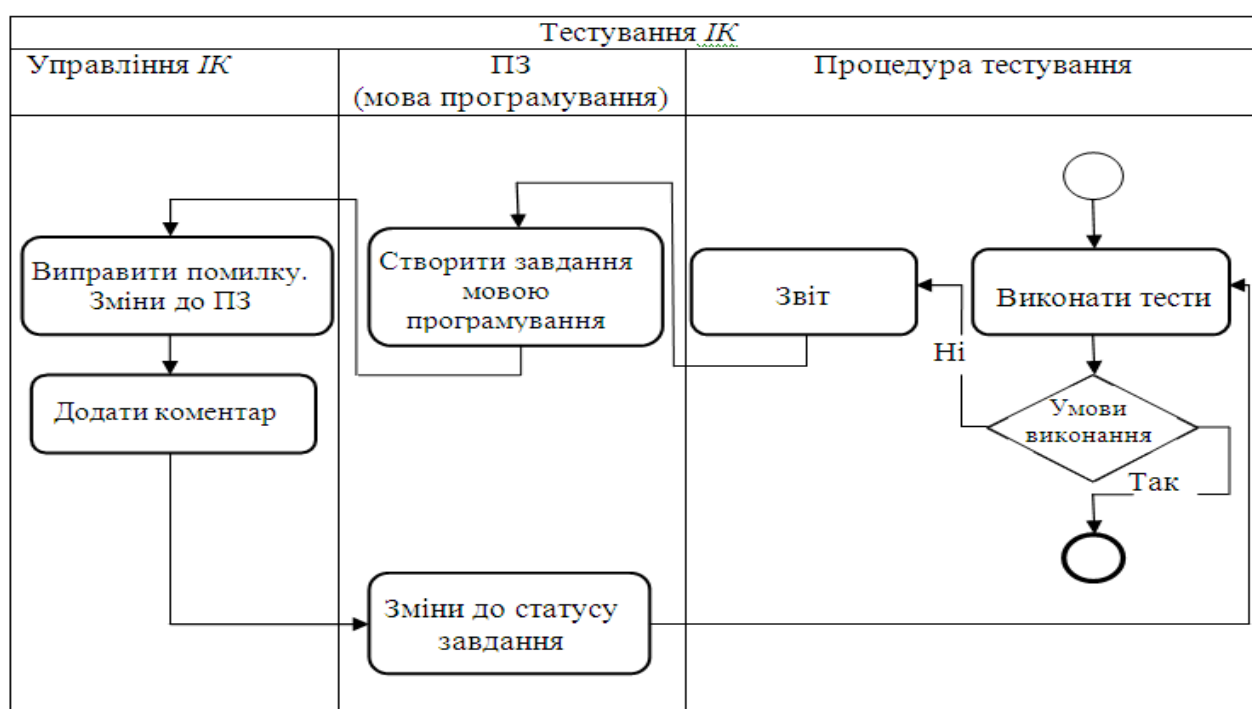


Рисунок 1 – Діаграма процесу тестування ІК *ECDIS*

Крім того слід зазначити, що:

– утиліти запису і програвання (*capture / playback tools*) записують дії оператора *ECDIS* під час ручного тестування. Вони дозволяють виконувати тести без прямої участі оператора протягом тривалого часу, значно збільшуючи продуктивність і усуваючи повторення одноманітних дій під час ручного тестування. У той же час, будь-яка зміна ПЗ вимагає перезапису ручних тестів. Тому це є неефективним і не масштабується;

– написання сценарію (*scripting*) – форма програмування на мовах, спеціально розроблених для автоматизації тестування ПЗ – вирішує проблеми запису і програвання. Але скрипти не можуть бути впровадженими, пакетними або об'єднаними в систему. Зміни в тестованому ПЗ вимагають складних змін у відповідних скриптах. Тестування скриптів стає врешті-решт непереборною проблемою;

– кероване даними тестування (*data-driven testing*). Його особливістю є те, що тестові скрипти виконуються і верифікуються на основі даних, які зберігаються в *SENC*. Це – об'єднання декількох взаємодіючих тестових скриптів та їх джерел. В цьому випадку змінні

використовуються як для вхідних значень, так і для вихідних перевірочних значень. Таким чином, логіка, яка буде виконана в скрипті, залежить від цих даних;

– автоматизація тестування за ключовими словами (*keyword-based*) має на увазі поділ процесу на 2 етапи: етап планування і етап реалізації. У цьому випадку кінцевий тест являє собою не програмний код, а опис послідовності дій з їх параметрами. Це дає можливість створювати тести людям, які не мають навичок програмування.

Однією з головних проблем автоматизованого тестування ІК *ECDIS* є трудомісткість. Незважаючи на те, що автоматизоване тестування дозволяє усунути частину рутинних операцій і прискорити виконання тестів, великі ресурси можуть витрачатися на оновлення самих тестів. Це відноситься до обох видів автоматизації. При зміні інтерфейсу програми необхідно заново переписати всі тести, які пов'язані з оновленими вікнами, що при великій кількості тестів може задіяти значні ресурси.

Нами розроблений метод конструктивної комплексної автоматизації функціонування ергатичних систем управління рухом ВТЗ, який базується на інструментах *ECDIS* та додаткових інтелектуальних модулях оперативного визначення форм взаємодії у складній динамічній системі, що в інтегрованій ситуації надзвичайних та загрозливих умов впливу факторів за критеріями охорони зовнішнього навколишнього середовища та енергоефективності, включаючи витрати палива та інших ресурсів, гарантують отримання бажаного кінцевого результату – запобігання аваріям та катастрофам у кожній локальній зоні підвищеного ризику подій.

На рис. 2 представлений узагальнений лінійний алгоритм виявлення дефектів функціонування ІК *ECDIS*.

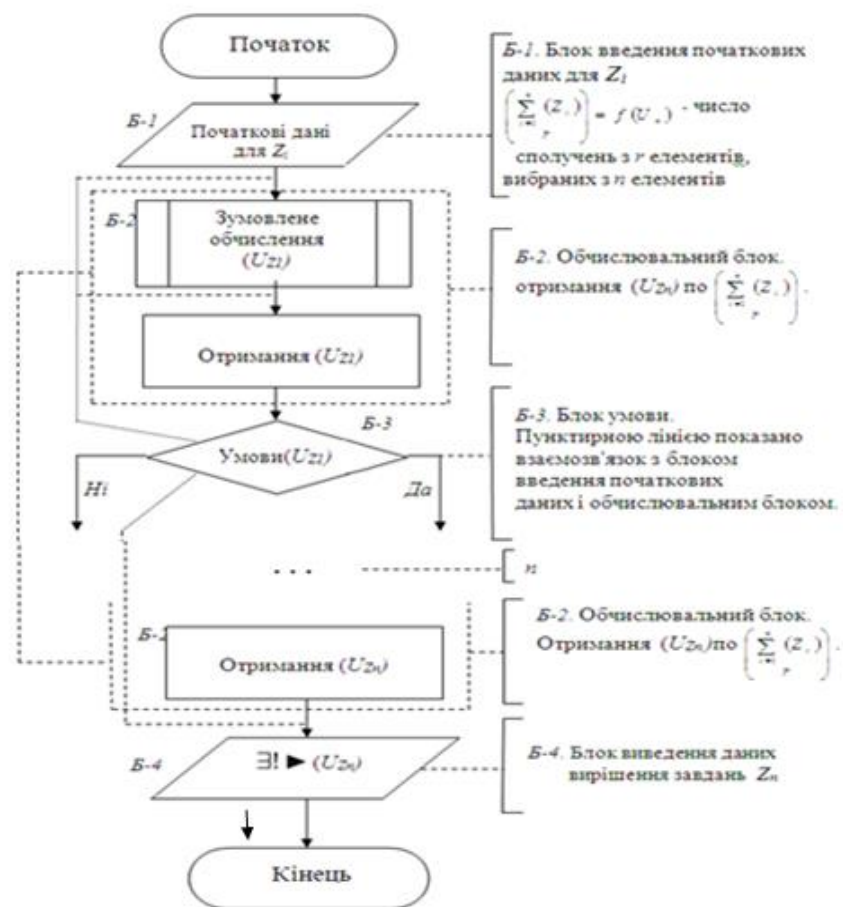


Рисунок 2 – Узагальнений лінійний алгоритм виявлення дефектів функціонування ІК *ECDIS*

В основу алгоритму покладено тестування тієї частини навігаційних завдань Z_i , викладених у [5], що дозволяють виявити помилки, які можуть лягти в основу усунення дефектів програмного продукту сучасних ECDIS.

Основні елементи схем узагальненого лінійного алгоритму технології тестування, контролю та верифікації технологічних модулів функціонування ECDIS під час рейсу показані на рис. 3.

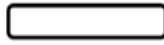
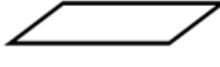


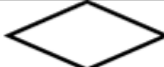
Найменування	Позначення	Найменування	Позначення
Блок початок-кінець (пуск-зупинка)		Дані (введення- виведення)	
Блок обчислень (обчислювальний блок)		Зумовлений процес	
Логічний блок (блок умови)		Коментар	-- [

Рисунок 3 – Елементи схеми узагальненого лінійного алгоритму

Дані елементи дозволяють описати послідовність дій для вирішення навігаційних завдань щодо визначення технології тестування та верифікації технологічних модулів.

Процес перетворення вихідних даних в результати передбачає:

- введення початкових даних (Б-1),
- перетворення початкових даних в результати (Б-2),
- умови для отримання результатів (Б-3),
- виведення результатів (вихідні дані) (Б-4).

Розроблений узагальнений алгоритм являє собою розбиття процесу вирішення навігаційних завдань на послідовні етапи Z_i , що виконуються, при цьому результати виконання попередніх етапів можуть використовуватися при виконанні наступних.

Окремі етапи Z_i зображені за допомогою різних геометричних фігур – блоків, а зв'язки між етапами (послідовність виконання етапів) вказуються за допомогою стрілок, що з'єднують ці фігури. Блоки супроводжуються пояснювальними написами.

У Б-3 здійснюється вибір одного з можливих шляхів (гілок) обчислювального процесу. Якщо умова виконується, то наступним виконується етап по гілці "Так", якщо умова не виконується, то виконується етап по гілці "Ні".

В основу методології виявлення дефектів функціонування базової версії програмного продукту ECDIS покладено тестування навігаційними завданнями ($Z_1 - Z_{71}$) в нормальних, штатних умовах [5]. Структура формалізованих навігаційних завдань щодо методу тестування ECDIS викладена в таблиці 1, де вказані як зміст кожного етапу, так і порядок виконання етапів. Окремий етап алгоритму являє собою або іншу, більш просту задачу, алгоритм вирішення якої відомий, або досить простий і зрозумілий без пояснень.

Таким чином, такий процес верифікації може усунути дефекти, помилки і встановити коректність функціонування ІК ECDIS.

До часто повторюваних завдань, необхідних для максимізації тестового покриття при автоматизованому тестуванні ІК ECDIS, можна віднести, перш за все, точність представлення картографічної інформації в SENC, яка залежить від похибок цифрування паперової карти, похибок методів обчислення функцій широти у проекції Меркатора, похибок представлення дійсних чисел і похибок, що виникають у процесі обчислення при візуалізації ENC, лінійних розмірів пікселів і похибок округлення дійсних чисел при формуванні екранних координат.

Похибки цифрування.

Метричний опис картографічної інформації зводиться в решті-решт до цифрування ліній. При цифруванні ліній інформацію задає безліч координат точок $(N_j(X_j, Y_j))$ на лінії, де $j = 1, 2, \dots, n$. Шаг цифрування повинен бути дрібним.

Структура навігаційних завдань щодо тестування ECDIS формалізованими завданнями

№	Навігаційні завдання (Резолюція MSC. 232(82))	Методика ручного тестування [5]
Обсяг ECDIS		
1	Пункти 1.2 – 1.9	$Z_1 – Z_8$
Застосування справжніх вимог		
2	Пункти 2.1 – 2.3	$Z_9 – Z_{11}$
Забезпечення і коригування картографічної інформації		
3	Пункти 4.1 – 4.5, 4.7, 4.9	$Z_{12} – Z_{17}$
Відображення інформації		
4	Пункти 5.1 – 5.10	$Z_{18} – Z_{26}$
<i>Продовження таблиці 1</i>		
Масштаб		
5	Пункт 6	Z_{27}
Відображення іншої навігаційної інформації		
6	Пункти 7.1 – 7.3, 7.4.1 – 7.4.3	$Z_{28} – Z_{33}$
Режим відображення і формування зображення сусіднього району		
7	Пункти 8.1 – 8.5	$Z_{34} – Z_{38}$
Кольори і символи		
8	Пункт 9	Z_{39}
Вимоги до відображення		
9	Пункти 10.1 – 10.5	$Z_{40} – Z_{44}$
Попередня і виконавча прокладки, реєстрація даних про рейс		
10	Пункти 11.1 – 11.5	$Z_{45} – Z_{63}$
Розрахунки і точність		
11	Пункти 12. – 12.3	$Z_{64} – Z_{66}$
Перевірки роботи, аварійно-попереджувальні сигнали і індикація, що стосуються порушень у роботі		
12	Пункти 13.1, 13.2	Z_{67}
Пристрої резервування		
13	Пункт 14	Z_{68}
Джерело живлення		
14	Пункти 16.1, 16,2	Z_{69}
Навігаційні елементи і параметри		
15	Додаток 3	Z_{70}

Використаний метод поліноміальної інтерполяції першого порядку (рис.4). Тобто згладжування лінії ламаними прямими (стискування), які з'єднують опорні точки $M_i (i = 1, 2, \dots, m)$, вибрані з (N_j) .

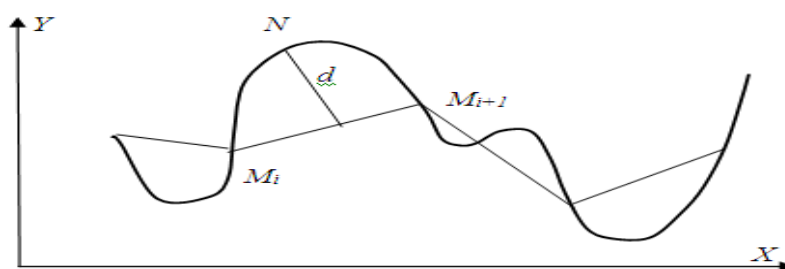


Рисунок 4 – Згладжування лінії ламаними прямими

$$\text{MAX}_{N \in M, N, M_{i+1}} d(N, M, M_{i+1}) \leq A \quad A = 0,2 \text{ мм.}$$

Похибка методів обчислення функцій широти у проекції Меркатора (рис. 5).

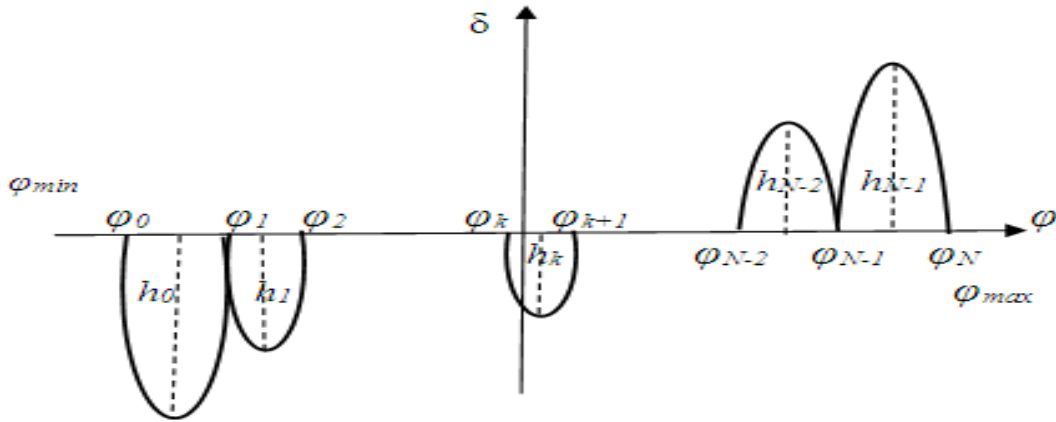


Рисунок 5 – Зміна значень похибки δ

$$\delta = \frac{1}{2} \mu_0 r_0 (\varphi - \varphi_i) \cdot (\varphi_{i+1} - \varphi) f''(\varphi_i);$$

$$\varphi \in [\varphi_i; \varphi_{i+1}]; \quad i = 0, 2, \dots, N-1; \quad |\delta| < \varepsilon.$$

Якщо $\varepsilon \ll \delta_{\text{ц}} \rightarrow \delta$ не враховується. Екстремум δ при

$$\varphi = \frac{1}{2} (\varphi_i + \varphi_{i+1}); \quad n_i = \text{MAX}_{\varphi \in [\varphi_i, \varphi_{i+1}]};$$

$$\delta = \frac{j}{8} \mu_0 r_0 \Delta^2 \varphi \cdot f''(\varphi_i).$$

Значення δ залежить від φ і параметрів карти.

Похибки, що виникають при формуванні екранних координат.

Екранні координати X, Y

$$\begin{cases} \Delta X = r_0 \mu_0 (\lambda - \lambda_1), \\ \Delta Y = r_0 \mu_0 (U(\varphi) - U(\varphi_1)); \end{cases} \quad \begin{cases} X = \text{round}\left(\Delta X \cdot \frac{M}{H}\right) \\ Y = (n-1) - \text{round}\left(\Delta Y \frac{N}{V}\right) \end{cases}$$

Розміри екрана по горизонталі – H , по вертикалі – V , кількість пікселів – $H(M), V(N)$. Величина похибки відображення залежить від перетворення аргументів функції round з дійсного числа в ціле. Лінійні розміри пікселя

$$\left. \begin{matrix} \Delta H = H/M \\ \Delta V = V/N \end{matrix} \right\} \Rightarrow \Delta H = \Delta V \approx 0,3 \text{ мм}, \quad |\Delta_e X| \leq 0,5 \Delta H, \quad |\Delta_e Y| \leq 0,5 \Delta Y.$$

Математичні сподівання M і СКП δ

$$\begin{cases} M(\Delta_e X) = M(\Delta_e Y) = 0 \\ \sigma(\Delta_e X) = \frac{\Delta H}{2\sqrt{3}}; \quad \sigma(\Delta_e Y) = \frac{\Delta V}{2\sqrt{3}}. \end{cases}$$

Похибки обчислень при перетворенні координат.

Число цифр після десяткової точки не менше 13.

$$M \ 1 : 5.000 \Rightarrow \Delta = 0,1\text{мм} \xrightarrow{\text{зворотнеперетворення}} \varphi, \lambda (1.0 < M < 10,0),$$

$$-90^\circ < \varphi < 90^\circ; \quad -180^\circ < \lambda < 180^\circ.$$

Сумарні похибки при нанесенні опорних точок.

$$\Delta_{II} = \sqrt{(E_{xi} + \Delta_e X)^2 + (E_{yi} + \delta + \Delta_e Y)^2} \leq \sqrt{(|E_{xi}| + |\Delta_e X|)^2 + (|E_{yi}| + |\delta| + |\Delta_e Y|)^2} \leq \sqrt{(\Delta_i + 0,5\Delta H)^2 + (\Delta_i + \varepsilon + 0,5\Delta V)^2}.$$

$$\Delta_i = 0,15\text{мм}, \quad \varepsilon = 0,1\text{мм}, \quad \Delta H = \Delta V = 0,3\text{мм} \Rightarrow \Delta_{II} \leq 0,5\text{мм},$$

$$\delta(\varepsilon \ll \delta_{II}) \Rightarrow \Delta_B = \sqrt{\Delta_B^2 X + \Delta_B^2 Y}.$$

$$\begin{cases} \sigma(\Delta_B X) = \sqrt{\sigma_{II}^2 + \sigma^2(\Delta_e X)} = \sqrt{\sigma_{II}^2 + \frac{1}{12} \Delta^2 H}; \\ \sigma(\Delta_B Y) = \sqrt{\sigma_{II}^2 + \sigma^2(\Delta_e Y)} = \sqrt{\sigma_{II}^2 + \frac{1}{12} \Delta^2 V}; \\ \sigma(\Delta_B) \leq \sqrt{2\sigma_{II}^2 + \frac{1}{12} \Delta^2 H + \frac{1}{12} \Delta^2 V}. \end{cases}$$

$$\delta_{II} = 0,15\text{мм}, \quad \Delta H = \Delta V = 0,3\text{мм}, \quad \sigma(\Delta_B X) = \sigma(\Delta_B Y) = 0,1732\text{мм} \Rightarrow \sigma(\Delta_B) \leq 0,25\text{мм}.$$

При складанні завдань враховані умови:

$D < 25$ миль.

Складання задачі для площини

$$tgK' = \Delta\lambda \cos \varphi_{CP} / \Delta\varphi; \quad A = K - \psi = K - 0,5\Delta\lambda \sin \varphi_{CP};$$

$$D = \sqrt{\Delta\varphi^2 + (\Delta\lambda \cos \varphi_{CP})^2} = \Delta\varphi / \cos K'.$$

де K' – локсодромічний напрям, A – ортодромічний напрям, $\varphi_{CP} = 0,5(\varphi_1 + \varphi_2) = \varphi_1 + 0,5\Delta\varphi$. Розрахунок K' , A , і D виконується методом логарифмування.

Для виконання автоматизованого розрахунку ψ можна застосувати формулу в розгорнутому вигляді

$$\psi = \arctg \frac{\Delta\lambda}{57,3 \left\{ \ln \left[\left(\frac{1 - e \sin \varphi_2}{1 + e \sin \varphi_2} \right)^{e/2} tg \left(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2} \right) \right] - \ln \left[\left(\frac{1 - e \sin \varphi_1}{1 + e \sin \varphi_1} \right)^{e/2} tg \left(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2} \right) \right] \right\}} - \arctg \frac{\sin \Delta\lambda}{tg \varphi_2 \cos \varphi_1 - \sin \varphi_1 \cos \Delta\lambda}.$$

$D > 25$ миль. Задача вирішується з врахуванням кривизни земної поверхні

$$\begin{cases} tgA = \sin \Delta\lambda / (tg \varphi_2 \cos \varphi_1) - \sin \varphi_1 \cos \Delta\lambda; \\ \cos D = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \Delta\lambda. \end{cases}$$

Поправки на сфероїдичність Землі розраховувалися за формулами Андуйте-Ламберта

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta A = 5,762 \left\{ [1 + \text{Darc}1^0 \text{ctg}D] \cos^2 \varphi_1 \sin 2A - \text{Darc}1^0 \sin 2\varphi_1 \sin A \right\}; \\ \Delta D = 1,443 \left[\frac{3 \sin D - \text{Darc}1^0}{\cos^2(D/2)} (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2)^2 - \frac{3 \sin D + \text{Darc}1^0}{\sin^2(D/2)} (\sin \varphi_1 - \sin \varphi_2)^2 \right]. \end{array} \right.$$

Висновок. Запропонований метод автоматизації у вигляді алгоритму автоматичного тестування, контролю та верифікації технологічних модулів функціонування *ECDIS* дозволяє усунути дефекти, помилки і встановити коректність функціонування аналізованої програми, сприятиме надійності вирішення навігаційних задач для підвищення безпеки руху ВТЗ з урахуванням специфіки функціонування транспортної системи України.

Перед тим, як автоматизувати тестування ІК *ECDIS*, необхідно спочатку виконати серію тестів вручну [5]. Мануальне тестування вимагає значних зусиль, але без нього автоматизація тестування ІК *ECDIS* неможлива. 100% автоматизація тестування ІК *ECDIS* неможлива. Необхідно використовувати також і ручне тестування.

Через наявність можливості частого повторного запуску тестів значення автоматизації тестування ІК *ECDIS* важко переоцінити.

Методологія автоматизації тестування ІК *Inland ECDIS* аналогічна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баранов Г.Л. Алгебраїзація маршрутів руху транспортних засобів / Г. Л. Баранов, В. В. Доронін, В. Р. Косенко, Д. М. Прохоренко // Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті. Київ, Національний транспортний університет. – 2014. – Випуск 1. – С. 60-70.
2. Вагущенко Л. Л. Судовые навигационно-информационные системы. Одесса: Феникс, 2004. – 302 с.
3. Доронін В. В. Особливості моделювання та оцінювання діяльності оператора *ECDIS*. Водний транспорт. Збірник наукових праць. Київ. КДАВТ. – 2013. – Вип. 2(17). – С. 24-32.
4. Доронін В. В. Системна технологія розв'язку оперативних задач навігації для синтезу законів експлуатації водного транспорту. Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. Харків, Харківський університет Повітряних Сил України. – 2015. – Випуск 10 (135). – С. 186-191.
5. Доронін В. В. Методи підвищення ефективності експлуатації водного транспорту засобами електронно-картографічної інтелектуалізації. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. 2016 рік, КДАВТ.
6. *NAVI SAILOR* (версія 3.2). Керівництво користувача, 128 с.

Доронін В.В., Алейников М.В., Алейников В.М., Дмитрієв А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ДЕФЕКТОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАЗОВОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА *ECDIS*

Статья посвящена актуальной проблеме точного теоретического анализа и критериям внедрения технологии тестирования, контроля и верификации технологических модулей в виде алгоритма автоматизации тестирования ECDIS. Проведенный в статье анализ проблемы внедрения технологии тестирования, контроля и верификации технологических модулей, а также существующих методов проверок ECDIS перед выходом судна показал, что данное направление мало изучено. В стандартах ECDIS данное требование является неоднозначным. Обоснована математическая модель для реализации расширения функциональных возможностей ECDIS с учетом тестирования, контроля и верификации технологических модулей в режимах контроля и диагностирования. Разработан и обоснован линейный алгоритм технологии тестирования ECDIS.

Ключевые слова: безопасность судоходства, эффективность эксплуатации, информационные технологии, тестирование, верификация, инструментальный метод навигации.

Doronin V.V., Aleynikov M.V., Aleynikov V.V., Dmitiev A.A.

USING COMPUTER INTELLIGENCE IN IDENTIFIED DEFECTS FUNCTIONING OF BASIC VERSION OF THE SOFTWARE ECDIS

The article is devoted to the actual problem of accurate theoretical analysis and criteria of implementation of testing technologies, monitoring and verification of process modules as ECDIS test automation algorithm. The above article analyzes the problems of implementation of testing technologies, monitoring and verification of process modules, as well as existing methods ECDIS checks before leaving the vessel showed that the direction of the little studied. The ECDIS standards, this requirement is ambiguous. A validated mathematical model for the implementation of enhanced functionality ECDIS based testing, monitoring and verification of process modules to control and diagnosis modes. To develop and validate a linear algorithm testing technology.

Keywords: navigation safety, operational efficiency, information technology, testing, verification, instrumental method of navigation.

Азарсков В. М., Дерепя А.В., Лерніченко К.В., Слезаров О.П.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БПЛА МОРСЬКОГО БАЗУВАННЯ

Виконано аналіз принципів побудови системи управління безпілотними літальними апаратами (БПЛА) морського базування, визначено недоліки існуючих методів керування БПЛА. Розглянуто шляхи підвищення ефективності експлуатації засобів водного транспорту з використанням безпілотних літальних апаратів.

Ключові слова: система управління, безпілотні літальні апарат, морського базування, засоби водного транспорту

Вступ. Сучасні наука та техніка в галузі водного транспорту досягли такого рівня, при якому все більш актуальними стають питання дослідження та розроблення складних технічних комплексів різного призначення, у тому числі таких, у складі котрих присутні люди (оператори). Такі системи у науковій літературі отримали назву ергатичних [1–6].

Водночас, при експлуатації водного транспорту широко використовуються системи, які призначені для функціонування в умовах невизначеності та мають назву - адаптивні. В даних системах для зменшення рівня невизначеності здійснюється цільова зміна параметрів та структури приладу керування.

Тому дослідження ергатичних адаптивних систем у процесі експлуатації засобів водного транспорту має актуальне значення.

Як відомо, по ступеню апріорної невизначеності ергатичні адаптивні системи поділяються на [4–6]:

1. Адаптивні системи зі змінними параметрами регулятора, структура регулятора не змінюється.

2. Адаптивні системи зі змінними параметрами регулятора, структура регулятора змінюється.

По організації процесу адаптації відрізняють наступні види [5]:

1. Адаптивні системи без пошуку: дані про параметри, що змінюються, знаходяться у основному контурі системи, процес адаптації заждеться на використанні необхідних вимог якості керування.

2. Адаптивні системи з пошуком: для визначення напряму зміни параметрів регулятора проводяться необхідні операції пошуку, процес адаптації заждеться на ітеративному руху до досягнення необхідної якості керування.

Характерною ознакою адаптивної системи без пошуку є наявність основного та допоміжного контурів керування. Основний контур заключає в собі елементи, які дозволяють досягнути необхідну мету керування. Допоміжний контур здійснює настройку параметрів регулятора основного контуру для забезпечення необхідної якості роботи [6,7].

Відповідно з особливостями організації допоміжного контуру розрізняють дві загальні схеми: схему прямого адаптивного керування; схему непрямого адаптивного керування.

Розглянемо характерні особливості вищенаведених схем організації адаптивних систем керування. Так, характерною особливістю прямого адаптивного керування є те, що у процесі функціонування системи вимірюються деякі характеристики еталонної моделі та на основі їх неузгодженості з параметрами регулятора здійснюється перестройка регулятора. Тому даний клас адаптивних систем має назву системи з еталонною моделлю. Якість адаптивних систем у цьому випадку також визначається еталонними моделями. Найбільше поширення отримали

еталонні моделі, які визначаються диференційними рівняннями другого-третього порядку з постійними коефіцієнтами. Слід відмітити складність вибору еталонних моделей для ергатичних адаптивних систем [7,8].

Аналіз робіт, присвяченим питанням синтезу систем прямого адаптивного керування без пошуку, дозволяє визначити два основних етапу: синтез об'єкта, що настроюється, модель якого відповідає еталонній моделі та синтез керування об'єктом, що настроюється.

Загальна структурна схема системи прямого адаптивного керування без пошуку наведена на рис.1., де: u_m – вихід моделі; f – обурення; u – керуючий вплив; y – вихід системи; ζ – неузгодженість; θ – параметр регулятора, що змінюються.

Основною перевагою систем прямого адаптивного керування без пошуку є простота практичної реалізації, а недоліком є вузький діапазон адаптації, який обумовлене характеристиками еталонної моделі.

Водночас, в системах непрямого адаптивного керування виконуються наступні процедури [6,8]:

1. Визначаються динамічні характеристики об'єкта, що управляється – ідентифікація.
2. Оцінюється стан об'єкта, що управляється – оцінювання.
3. Формуються управляючі сигнали з використанням даних від перших процедур.

Загальна структурна схема системи непрямого адаптивного керування без пошуку наведена на рис.2.

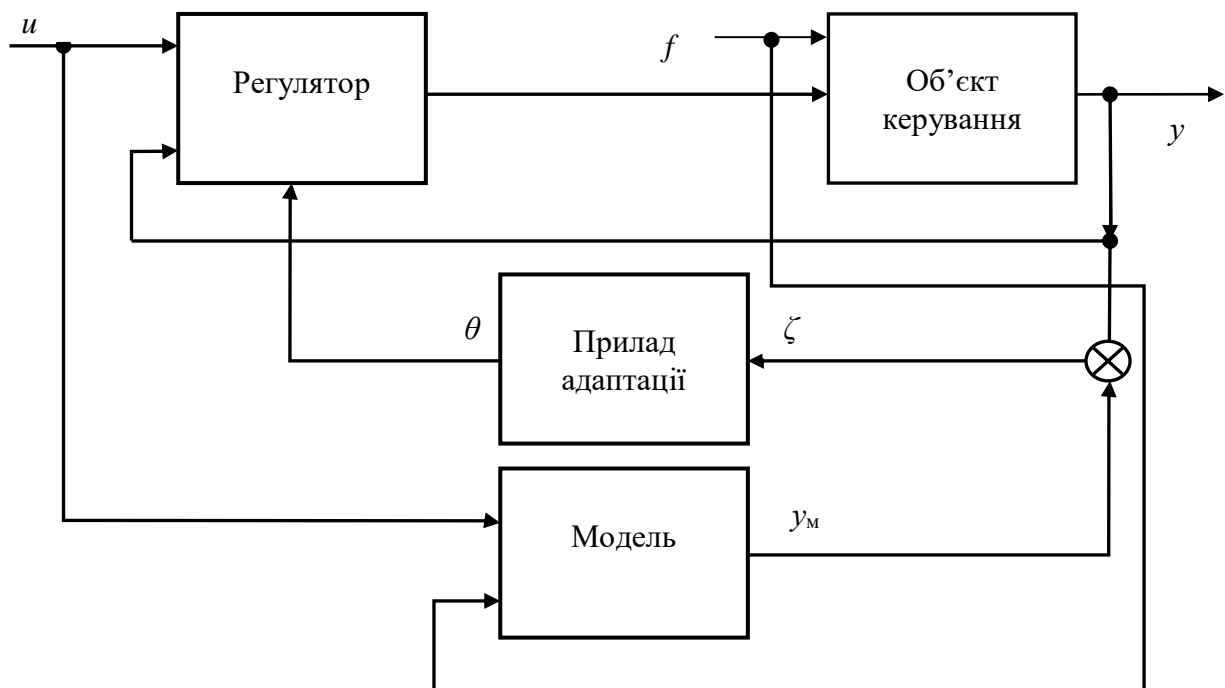


Рисунок 1 – Загальна структурна схема системи прямого адаптивного керування без пошуку

На рис.2. наведено: f – обурення; u – керуючий вплив; y – вихід системи; θ – параметр регулятора, що змінюються. Після процедури ідентифікації та оцінювання в приладі адаптації розраховуються параметри регулятора θ , які забезпечують рівність коефіцієнтів системи a коефіцієнтам еталонної моделі C_m .

Основна проблема розроблення систем непрямого адаптивного керування пов'язана з реалізацією процедур оцінювання та ідентифікації за час, порівняний зі часом реальних процесів у системі.

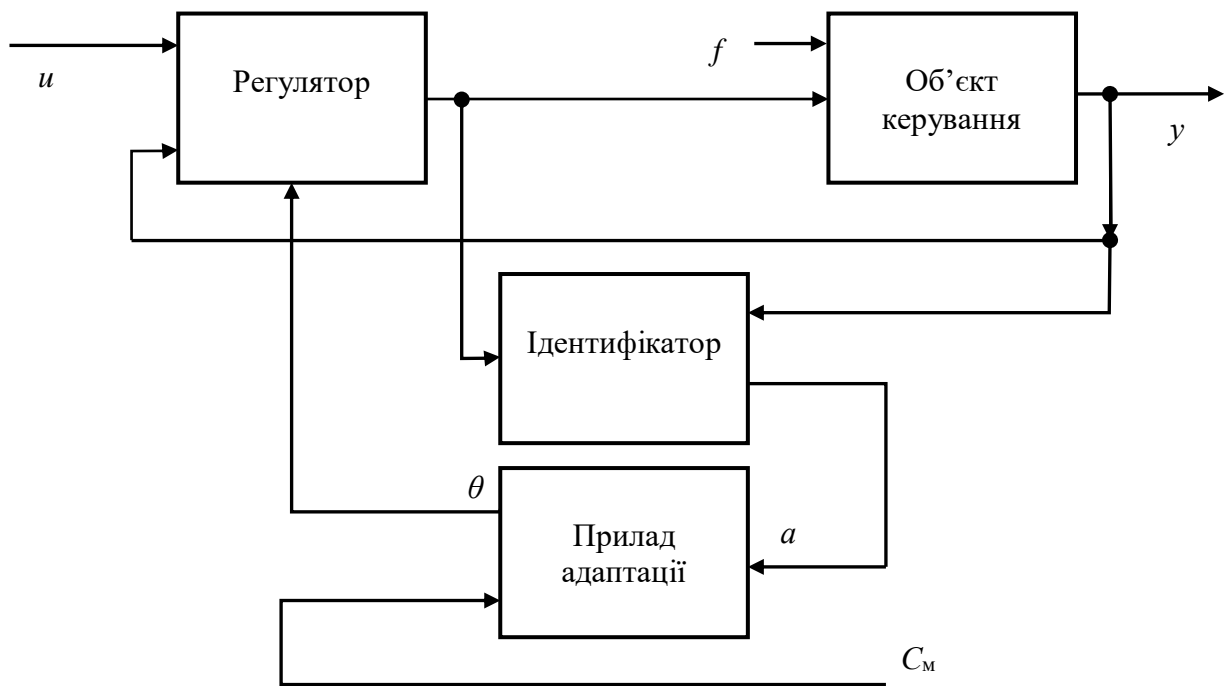


Рисунок 2 – Загальна структурна схема системи непрямого адаптивного керування без пошуку

Найбільш розвиненим видом систем непрямого адаптивного керування є адаптивні оптимальні системи, які поєднують високий рівень адаптації к умовам експлуатації з оптимізацією визначених властивостей системи.

Процес розроблення таких систем передбачає виконання наступних етапів робіт [8]:

1. Формулювання критеріїв якості.
2. Формалізація математичної моделі об'єкта керування.
3. Визначення оптимальних законів керування.
4. Розроблення алгоритмів настройки параметрів оптимальних законів керування.

У ряді наукових робіт пропонується об'єднання двох останніх етапів в один – так званий сумісний синтез. Таким чином, в основі розроблення систем непрямого адаптивного керування знаходяться наступні принципи:

1. Об'єднана концепція суміщення процедур ідентифікації, оцінювання та керування.
2. Використання лінеаризованих диференційних рівнянь для формалізації математичних моделей засобів водного транспорту.
3. Реалізація процедур оцінювання на основі фільтрів Калмана.
4. Реалізація процедур ідентифікації за допомогою методу найменших квадратів.
5. Синтез алгоритмів оптимального керування за допомогою методів аналітичного конструювання регуляторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буков В.Н. Адаптивные прогнозирующие системы управления полётом.– М.: Наука, 1987, – 232 с.
2. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах.– М.: Наука, 1968. – 400 с.
3. Соколов Н.И., Рутковский В.Ю., Судзиловский Н.Б. Адаптивные системы автоматического управления летательными аппаратами.– М.: Машиностроение, 1988. – 208 с.

-
4. Вашорихин Г.И., Иванов В.М. Синтез систем управления движением нестационарных объектов, – М.: Машиностроение, 1988. –168 с.
 5. Петров Б.Н., Рутковский В.Ю., Крутова И.Н. и др. Принципы построения и проектирования самонастраивающихся систем управления.– М.: Машиностроение, 1972. – 260 с.
 6. Красовский А.А. Динамика непрерывных самонастраивающихся систем.– М.: Физматгиз, 1963.– 211 с.
 7. Харченко А.В. Методика синтеза адаптивной эргатической системы управления/"Электронное моделирование. – 1991.– Т13.– С.51-55.
 8. Воронин А.В., Зиатдинов Ю.К., Харченко А.В., Осташевский В.В. Сложные технические и эргатические системы:методы исследования / В. С. Давыдов / Монография.– Харьков:Факт, 1997.– 240 с.
 9. Блоха Д. А. Комплекс мониторинга загрязнения водной поверхности / Д. А. Блоха, В. И. Богомья, В. С. Давыдов // Водный транспорт: зб. наук. пр. – К.: КДАВТ, 2011. – Вип. 12. – С. 10–13.

Азарсков В. М., Дерепя А.В., Лерниченко К.В., Елезаров А.П.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БПЛА МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Выполнен анализ принципов построения системы управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) морского базирования, определены недостатки существующих методов управления БПЛА. Рассмотрены пути повышения эффективности эксплуатации средств дного транспорта с использованием беспилотных летательных аппаратов.

***Ключевые слова:** система управления, беспилотные летательные аппарат, морского базирования, средства водного транспорта*

Azarskov VM, Derepa AV, Lernichenko KV, Eleazarov O.P.

THE SYSTEM OF THE MANAGEMENT OF THE MARINE BASIS

An analysis of the principles of construction of the control system for unmanned aerial vehicles of sea basing was made, deficiencies of existing methods of UAV control were determined. The ways of increase of efficiency of operation of means of transport means with the use of unmanned aerial vehicles are considered.

***Key words:** control system, unmanned aerial vehicle, sea basing, means of water transport*

Корнієнко І.В., Корнієнко С.П.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДЕКВАТНОСТІ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ЗЕМЛІ

В статті наводиться аналіз адекватності даних, одержаних в результаті експертної оцінки земельних ділянок. Пропонується підхід до створення автоматизованої системи експертної оцінки землі.

Ключові слова: експертна оцінка, автоматизована система

Постановка проблеми. Запровадження ринку землі та ефективність його функціонування однозначно пов'язані з питаннями об'єктивності та неупередженості експертної оцінки земельних ресурсів, розрахованих тим чи іншим методом. Один з основних методичних підходів експертної оцінки [1] передбачає визначення ціни земельної ділянки на основі ринкової вартості аналогічних земельних ділянок з урахуванням множини чинників (місце розташування, екологія, конфігурація, наявність інженерних комунікацій, обмеження тощо), які роблять земельну ділянку привабливіше або навпаки. Незважаючи на єдність методології оцінки в практичній діяльності експертів присутній фактор суб'єктивізму, який впливає на результат оцінки. Звідси виникає проблема забезпечення об'єктивності та обґрунтованості експертної оцінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки питання, присвячені проблемам оцінки земель в Україні висвітлюються в значній кількості наукових праць вітчизняних учених, серед яких можна відмітити Балацького О.Ф., Веденічева П.В., Гнатковича Д.І., Горлачука В.В., Гуцуляка Г.О., Данилишина Б.М., Добряка Д.С., Дорогунцова С.І., Лукінова І.І., Магазинщикова Т.П., Маракуліна П. П., Мартина А.Г., Мельника Л. Г., Михасюка І.Р., Новаковського Л.Я., Пасхавер П.Ф., Розумний І.А., Саблук П.Т., Третяк А.М., Федоров М.М., Харченка Б.З., Шпичака О.М. та інших. Для масової нормативної оцінки земель успішно використовуються декілька програмних комплексів, серед яких найпоширенішими є LPS, ТЕРЕН, які, також, в певній мірі використовуються як інформаційна підтримка для експертної оцінки. У той же час залишається недостатньо дослідженим питання можливості автоматизації прийняття рішень експертної оцінки земель.

Мета статті. Розробка підходу до створення автоматизованої системи експертної оцінки землі та нерухомості.

Виклад основного матеріалу. Очевидно, що адекватність та об'єктивність експертної оцінки землі ґрунтується на принципах єдності трактування методології експертного оцінювання та однозначного підходу до визначення ступеня впливу кількісних і якісних характеристик земельної ділянки чи чинників прояву зовнішнього впливу на експертну оцінку. Проте, при порівнянні декількох земельних ділянок, які є аналогічними за технічними характеристиками, можна спостерігати, що їх експертна ціна може суттєво відрізнятися (особливо при їх оцінці різними експертами). Це пов'язано, перш за все, з суб'єктивним трактуванням експертами величини впливу якісних характеристик оцінюваного об'єкта та проявів зовнішніх чинників на ціну земельної ділянки (в подальшому об'єднаємо поняття якісних характеристик та проявів зовнішніх чинників в набір $M \in \{m_1, m_2, \dots, m_{k-1}, m_k\}$).

Уникнення подібного суб'єктивізму, на думку авторів, можна шляхом запровадження автоматизованої інформаційної системи експертної оцінки побудованої на геоінформаційній платформі з актуальною і адекватною базою даних щодо інфраструктури населеного пункту. У цьому разі, справедливність автоматизованої оцінки буде визначатись алгоритмічним апаратом, який за своєю дією буде адекватний пріоритетам рішень експерта. Розглянемо їх докладніше.

Для формування однозначних принципів визначення впливу різних чинників m_k на ціну i -ї земельної ділянки c_i , тобто однозначності рішень експертів, можна дослідити ступінь проявів $m_k \rightarrow c_i$, скориставшись кореляційним аналізом. Тут можна використати наступні вихідні дані:

- є одна земельна ділянка, яка оцінена різними експертами;
- є декілька земельних ділянок оцінених різними експертами.

Реалізація першого підходу є проблемною через те, що на виробництві, не існує подібного статистичного матеріалу. До того ж, проведення експерименту є небажаним, так як є ризик того, що прийняття рішення експертом (за умов, що експерту відомо про експеримент) буде відрізнятися від його рішення при повсякденному оцінюванні.

Для іншого підходу статистичній обробці піддаються дані по декількох земельних ділянках, оцінених різними експертами, що дозволить визначити узагальнений (по вибірці експертів та об'єктів оцінки) вплив $m_k \rightarrow c_i$, якій можна з деяким припущенням прийняти за об'єктивний. Для цього скористаємось кореляційним аналізом [2–4] виконаним над реальними об'єктами оцінки. В нашому випадку аналізувалася обмежена кількість матеріалів оцінки з одного населеного пункту ($I = 12$), які були відібрані випадковим чином і оцінені в один період часу. Вартість одиниці площі $c_i^{m^2}$ земельних ділянок визначена експертами. За результатами опитування групи експертів для аналізу обрані найвагоміші чинники впливу, що враховуються ними на виробництві, як то: віддаленість від центральних частин населеного пункту m_1 , конфігурація земельної ділянки (наближеність о правильної форми) m_2 , розвиненість і наближеність транспортної інфраструктури m_3 , розвиненість і наближеність інфраструктури інженерних мереж m_4 та рівень облаштування території m_5 , за якими в подальшому, тими ж експертами виконана бальна оцінка їх прояву чинників впливу на земельні ділянки (таблиця 1).

Таблиця 1

Бальна оцінка прояву чинників впливу на земельну ділянку

Кадастровий номер	Умовний номер i	$c_i^{m^2}$, грн.	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
.....:03:014:0123	1	22,14	3	2	4	1	4
.....:04:014:0001	2	27,89	5	2	4	4	5
.....:03:023:0073	3	32,08	5	2	4	3	1
.....:03:023:0036	4	22,5	2	2	4	4	1
.....:04:007:0039	5	17,24	5	4	4	5	3
.....:04:006:0065	6	11,06	5	2	4	4	1
.....:02:008:0011	7	18,72	1	4	5	5	5
.....:04:004:0058	8	26,00	5	1	4	1	1
.....:03:014:0123	9	25,67	4	1	4	1	1
.....:02:015:0005	10	3,11	3	4	1	1	1
.....:04:022:0196	11	27,64	3	3	4	3	3
.....:04:002:0047	12	27,06	4	2	4	3	3

На основі сформованого статистичного ряду $c_i^{m^2}$, виконаного групування об'єктів оцінки і сформованих кореляційних таблиць була побудована гістограма (рис. 1), яка дає перше уявлення про неоднозначний характер залежності між вартістю земельних ділянок $c_i^{m^2}$ і множиною чинників впливу m_k .

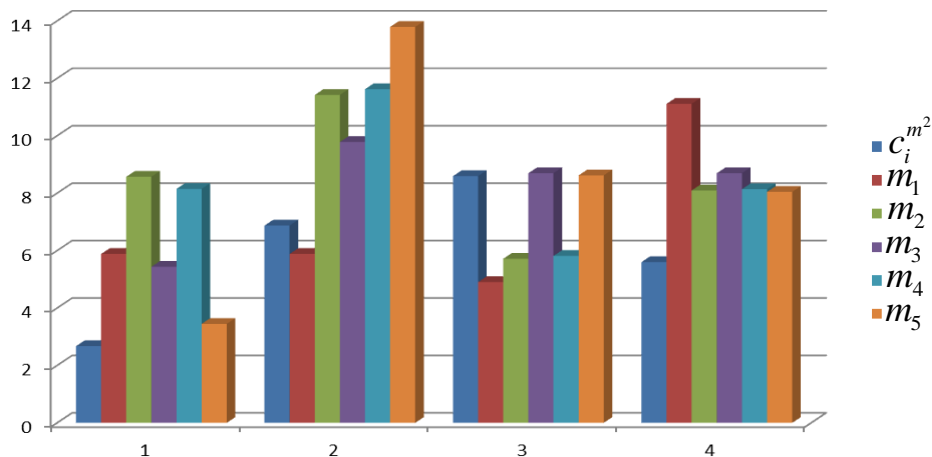


Рисунок 1 – Гістограма розподілу середньо-групових статистичних нормованих показників

Подальший аналіз дозволив визначити коефіцієнти кореляції $m_k \rightarrow c_i$, які наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Значення вибіркового коефіцієнту кореляції r_k

$m_k \rightarrow c_i^{m^2}$	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
r_k	0,704	0,331	0,475	0	-0,233

Неважко бачити, що одержані коефіцієнти кореляції характеризують певним чином узагальнену «привабливість» об'єкта оцінки для експертів. Справедливо вважати, що така «привабливість» може бути покладена в основу механізму автоматизованої оцінки.

Схематично, механізм автоматизованої оцінки ринкової вартості земельної ділянки можна представити наступною, дещо спрощеною схемою (рис. 2).

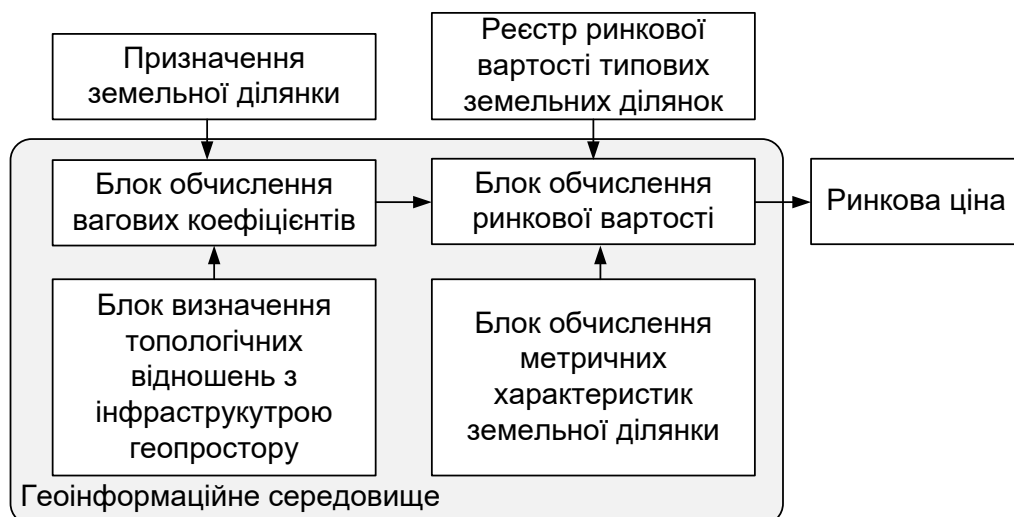


Рисунок 2 – Блок-схема механізму автоматизованого визначення ринкової вартості земельної ділянки

Тут блок визначення топологічних відношень з інфраструктурою геопростору формує значення проявів групи чинників впливу $M \in \{m_1, m_2, \dots, m_{k-1}, m_k\}$ на i -тий об'єкт оцінки.

В [5] запропоновано визначення таких чинників у подібній, але іншій задачі, через деякій ваговий коефіцієнт ω_i для i -ї земельної ділянки, який визначається множиною чинників $\{m_1, m_2, \dots, m_{k-1}, m_k\}$, при чому $0 \leq \omega_i \leq 1$. Тоді, для нашої задачі, визначається вартість одиниці площі будь-якої i -ї земельної ділянки буде визначатися як $c_i = \omega_i \bar{C}$, де \bar{C} – середня вартість одиниці площі земельної ділянки, яка береться за еталон. Коефіцієнт вартості земельної ділянки ω_i має складатися з часткових коефіцієнтів вартості за k -м чинником впливу – $\omega_i^{m_k}$, тобто $\omega_i = \{\omega_i^{m_k}\}$.

Наведено раніше, чинники впливу не є рівнозначними для формування вартості земельної ділянки, тому введемо коефіцієнт «привабливості» g_k у прояві ω_i за чинником впливу m_k . Тоді ваговий коефіцієнт ω_i для i -ї земельної ділянки має визначатися як згортка часткових вагових коефіцієнтів $\omega_i^{m_k}$, які чинять вплив на вартість земельної ділянки відповідних чинників m_k

$$\omega_i = \sum_{k=1}^K g_k \omega_i^{m_k}; 0 < g_k \leq 1; \sum_{k=1}^K g_k = 1. \quad (1)$$

Природно, що введений g_k за фізичним смислом аналогічний до обчисленому раніше коефіцієнту кореляції. Проте, зважаючи, що межі коефіцієнтів кореляції $-1 \leq r_k \leq 1$, визначити коефіцієнт привабливості можна як

$$g_k = \frac{|r_k|}{\sum_{k=1}^K r_k}.$$

З урахуванням того, що \bar{C} – середня зважена ринкова вартість одиниці площі земельної ділянки в межах населеного пункту, ринкова вартість i -ї земельної ділянки має складати $C_i = \bar{C} S_i \omega_i$, де S_i – площа i -ї земельної ділянки; ω_i – коефіцієнт вартості i -ї земельної ділянки, $0 \leq \omega_i \leq +\infty$.

Фізичний сенс заданих меж знаходження $0 \leq \omega_i \leq +\infty$ полягає в тому, що якщо земельна ділянка має середні характеристики, то значення $\omega_i = 1$, інакше вводяться зміни у середню вартість, які зменшують або збільшують її. З цих же міркувань, при використанні бальної оцінки експертів переважності чинників у прояві на об'єкт оцінки, справедливо ввести нормований показник вартості $\omega_i^{m_k^{norm}}$, який буде задавати означені межі для ω_i , для чого

$$\omega_i^{m_k^{norm}} = \frac{\omega_i^{m_k}}{\overline{\omega_i^{m_k}}}, \text{ де } \overline{\omega_i^{m_k}} \text{ – середнє значення прояву } k\text{-го чинника впливу у населеному пункті.}$$

Очевидно, що таке визначення $\omega_i^{m_k^{norm}}$ забезпечить знаходження його меж в інтервалі $0 \leq \omega_i^{m_k^{norm}} \leq +\infty$.

За запропонованим підходом (1) з використанням визначених коефіцієнтів кореляції (табл. 2) виконаний перерахунок експертної оцінки, що наведений в таблиці 3.

Окремо слід зауважити на можливу мінливість факторів впливу внаслідок розвитку інфраструктури, змін економічного стану держави або регіону, або інших випадків, що може значно збільшувати похибку автоматизованого визначення вартості нерухомості по відношенню до експертної. Для мінімізації подібної похибки механізм кореляційного аналізу необхідно включити до автоматизованої системи експертної оцінки.

Визначена вартість земельної ділянки

	Умовний номер земельної ділянки											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_i^{m^2}$	22,1 4	27,8 9	32,0 8	22,5	17,2 4	11,0 6	18,7 2	26,0 0	25,6 7	3,11	27,6 4	27,0 6
C_i	24,5 5	37,3 1	29,4 6	25,3 3	38,4 9	31,8 1	34,7 6	23,9 6	21,8 0	15,5 1	28,6 7	30,0 5

Висновки. Розглянута проблема є частиною проблеми автоматизації земельних відносин у державі. Запропонований підхід може використовуватись при створенні автоматизованих комплексів експертної оцінки землі і нерухомості.

Одержувана таким чином експертна оцінка в значній мірі позбавлена суб'єктивізму. Точність оцінки визначатиметься обсягом вибірки статистичних даних, а достовірність – актуальністю первинних даних та рівня наповненості геоінформаційної моделі оцінюваного міста або району.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методика експертної грошової оцінки земельних ділянок, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2002 р. N 1531. Офіційний вісник України від 01.11.2002 – 2002 р. – № 42. – С.144.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. / В. Е. Гмурман – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.
3. Корнієнко І. В. Статистичні методи в автоматизації експертного оцінювання / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко // Статистичне забезпечення управління сталим розвитком економіки та соціальної сфери : зб. матеріал. Міжнар. Наук.-практ. конф., (Чернігів, 5 груд. 2015 р.) : – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т. 2015. – С. 184 – 185.
4. Корнієнко І. В. Спосіб автоматизації процесу експертного оцінювання земельних ресурсів / І. В. Корнієнко // Технічні науки та технології : науковий журнал / Черніг. нац. технол. ун-т. – Чернігів : Черніг. нац. технол. ун-т, 2015. – № 2 (2). – С 129–134.
5. Корнієнко І.В., Лось В.М., Корнієнко С.П. Підхід до розв'язування задачі розподілу ресурсу в неточно визначених умовах. / Вісник Чернігівського національного педагогічного університету № 83. – Чернігів: ЧДПУ, 2011. – С. 36 – 39.

Korniyenko I., Korniyenko S.

THE ADEQUACY OF EXPERT ESTIMATIONS OF THE LAND

The article provides an analysis of the adequacy of the data obtained as a result of expert evaluation of land plots. An approach to creation of automated system of expert assessment of land.

Key words: *expert evaluation, the automated system.*

Корниенко И.В., Корниенко С.П.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ЗЕМЛИ

В статье приводится анализ адекватности данных, полученных в результате экспертной оценки земельных участков. Предлагается подход к созданию автоматизированной системы экспертной оценки земли.

Ключевые слова: *экспертная оценка, автоматизированная система*

Sukhenko Y.G., Sukhenko V.Y., Mushtruk M. M.

FEATURES BIODIESEL PRODUCTION OF FAT-CONTAINING WASTES RESTAURANTS

Features of technology of biodiesel production from waste fat-containing restaurants, with a significant content of free fatty acids.

Keywords: *biodiesel, oil, prototype, alternative sources of energy.*

Introduction. Waste cooking oil has always been an environment problem in food factories. Converting the WCO into biodiesel will reduce this problem. This project will not only save environment but also cost.

Literature review. Biodiesel is an alternative diesel fuel derived from vegetable oils or animal fats. The main components of vegetable oils and animal fats are triglycerides or also known as ester of fatty acid attached to glycerol. One of the main driving force for biodiesel widespread is the greenhouse gas emission (CO₂ being the major one). The term waste cooking oil (WCO) refers to vegetable oil has been in food production and which is no longer viable for its intended use. WCO arises from many different sources, including domestic, commercial and industrial. WCO is a potentially problematic waste stream which requires proper management. The disposal of WCO can be problematic when disposed incorrectly.

Any fatty acid sources may be used to produce biodiesel. Therefore, any animal or plant lipid should be ready substrate for the production of biodiesel. The use of edible vegetable oils and animal fats for biodiesel production has recently been of great concern because they compete with food material- the food versus fuel dispute. There are concern that biodiesel feedstock may compete with food supply in the long term. From an economic point of view; the production of biodiesel is very feedstock sensitive. The cost of feedstock accounted for 88% of total estimated production cost. In all cases, more than 80% of the production cost is associated with the feedstock, such as recycled cooking oils. Reusing of these waste greases not only reduce the burden of the government in disposing the waste, maintaining public sewers, and treating the oily wastewater, but also lower the production cost of biodiesel significantly.

This project is aimed to develop a simple small plant to process the waste cooking oil to biodiesel and use it in the factory [1, 2].

Feedstock Waste Cooking Oil . Biodiesel can be produced from any material that contains fatty acids, be they linked to other molecules or present as free fatty acids. Thus various vegetable fats and oils, animal fats, waste greases, and edible oil processing wastes can be used as feed stocks for biodiesel production. The choice of feedstock is based on such variables as local availability, cost, government support and performance as a fuel. The primary feedstock is a vegetable oil or animal fat, biodiesel is generally considered to be renewable. Since the carbon in the oil or fat originated mostly from carbon dioxide in the air, biodiesel is considered to contribute much less to global warming than fossil fuels. Diesel engines operated on biodiesel have lower emissions of carbon monoxide, unburned hydrocarbons, particulate matter, and air toxics than when operated on petroleum-based diesel fuel [3].

Biodiesel from waste cooking oil (WCO) can reduce the cost of biodiesel production since the feedstock costs constitutes approximately 70-95% of the overall cost of biodiesel production [6]. Although biodiesel cannot entirely replace petroleum-based diesel fuel, there are at least five reasons that justify its development.

- It provides a market for excess production of vegetable oils and animal fats.
- It decreases, although will not eliminate, the country's dependence on imported petroleum.

▪ Biodiesel is renewable and does not contribute to global warming due to its closed carbon cycle. A life cycle analysis of biodiesel showed that overall CO₂ emissions were reduced by 78% compared with petroleum-based diesel fuel [7].

▪ The exhaust emissions of carbon monoxide, unburned hydrocarbons, and particulate emissions from biodiesel are lower than with regular diesel fuel. Unfortunately, most emissions tests have shown a slight increase in oxides of nitrogen (NO_x). When added to regular diesel fuel in an amount equal to 1–2%, it can convert fuel with poor lubricating properties, such as modern ultra-low-sulfur diesel fuel, into an acceptable fuel.

Methodology. Fig. 1 describes the steps, processes and methods used to produce biodiesel product. This process started from free fatty acid to determine acid value and step of process. Second process is drying to remove water in FAME and last process is properties physical to determine contents of FAME.

Feedstock Waste Cooking Oil. Based on Fig. 1 it is recognized that the production of waste cooking oil will be the function of the frying temperature and length of use as well as the material used for frying. In this experiment, WCO were collected from a local Factory, which produced chip cracker as well as continental foods. The used oil sample was taken from the fryer which is used for frying potatoes and other vegetables based food items. Twenty-five liters of oil samples were collected from a collecting drum in which the waste cooking oil was collect once in every days for approximately 1 weeks. The oil sample is assumed to be representative as it is collected from the oil stored for 8-10 weeks from several batches of waste oil. The temperature observed during frying was in the range of 130°C to 175°C. This temperature is comparable with the temperature (140°C-180°C) for preparing French fries [8]. However, it was found difficult to read the temperature in boiling oil which gives approximately 5-10% error. Depending on the quantity of food used for frying, the oil was discarded sometimes at the end of each day and sometimes once in two or three days.

Free Fatty Acids. Flow chart in Fig. 1 shows the relation between FFA and process. Which FFA less than 2%, the process can directly to transesterification process and while FFA more than 2% it need to start from esterification process to reduce FFA. The acid value of the waste cooking oil was determined in order to estimate the free fatty acid content and give an idea of how much acid catalyst and methanol would be needed to push the acid esterification chemical towards methyl ester production. In earlier published research it was recommended that 0.5 - 1.5% (based on the weight of free fatty acid in the oil) of pure (95-98%) sulphuric acid should be used as a catalyst. Acid value titration method was used according to BP monograph [9].

Processing in Biodiesel. Biodiesel has two main stage process is esterification and transesterification process. Separation was used to separate two layer between catalyze and oil. Washing process to produce the neutral biodiesel and remove catalyzes glycerol, soap and methanol.

1) *Esterification.* Based on flow chart in Fig. 1 esterification is one of process in biodiesel. It work to reduce FFA if FFA more than 2%. An acid-catalyzed esterification process before the base-catalyzed transesterification process will eliminate most of the free fatty acids from the vegetable oil. Sulphuric acid (95 – 98%) is used by 1% in esterification process depend from waste cooking. In these experiments the sulphuric acid was first mixed with methanol before adding to the waste cooking oil. After adding the methanol / sulphuric acid and waste cooking oil the agitator speed were used to mix the solvents until they became murky. This was then heated to about 60° C for 2 hours. A higher temperature or a faster stirring rate may push the acidic esterification equation to convert free fatty acid to methyl ester.

2) *Separation 1.* Separation needed 3hour to get the top methanol and bottom oil layers of the biodiesel. Two layers could clearly be seen in the successful basic esterification biodiesel. The top layer was mainly methanol. The bottom layer was mainly triglyceride product esterification after remove the water. These processes to reduce free fatty acid until below 2%. The density of the methanol is less than the bottom triglyceride.

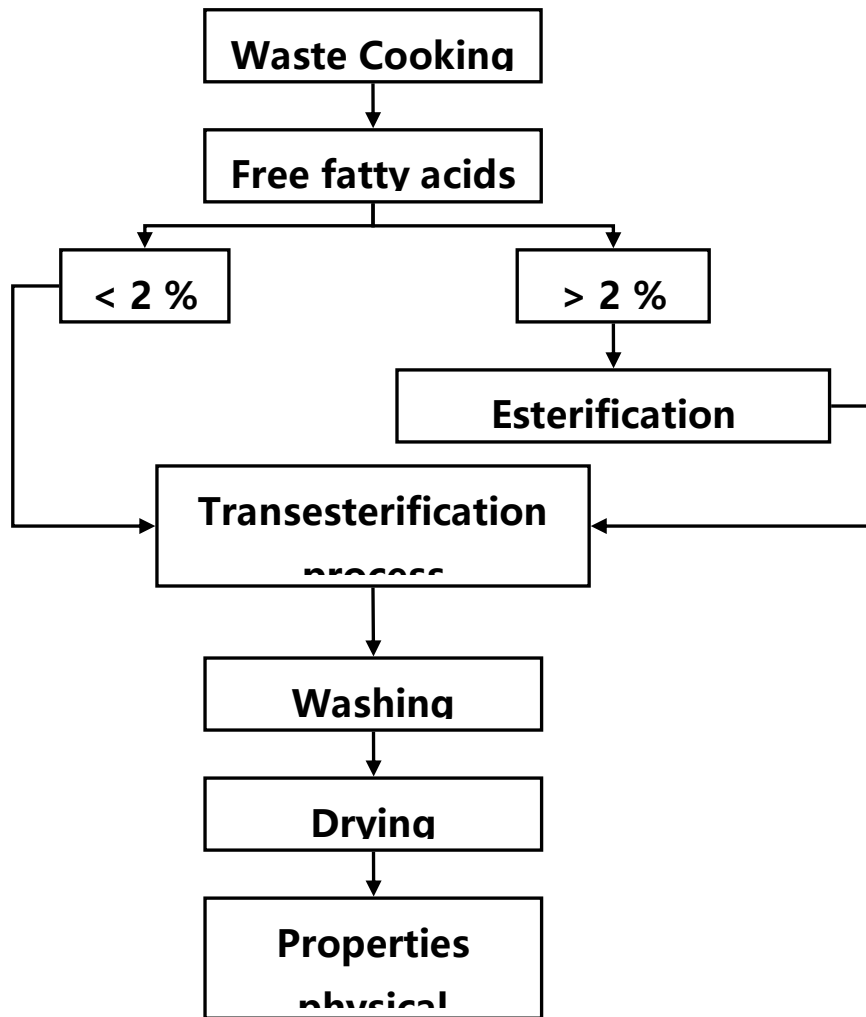


Fig. 1 – Flow Chart to Produce Biodiesel from WCO

3) *Transesterification*. Transesterification process work as to reduce viscosity in biodiesel. This process can be directly if FFA less than 2% show in fig. 1. Sodium hydroxide was used as catalyst in this process. The amount of catalyst had an impact in the conversion of esters during the transesterification process. The reaction was carried out using 1% of catalyst concentration. Before transesterification process Sodium hydroxide was first mixed with methanol together in one container before adding to the waste cooking oil. After adding the methanol / sodium hydroxide and waste cooking oil the agitator speed were used to mix the solvents until they became murky. This was then heated to about 60° C for 2 hours.

4) *Separation 2*. Transesterification process and any methanol evaporation the resultant biodiesels were left to lie for at least 8 hours. Separations were used to separate the top (methyl ester) and bottom (glycerol) layers of the biodiesel samples. Two layers could clearly be seen in the successful basic transesterification biodiesel samples. The top layer was mainly composed of free fatty acid methyl esters. The bottom deposit was mostly made up of glycerol, salts, soap, other impurities and excess methanol as it is a very polar compound i.e. it partitions more with polar glycerol as opposed to the non-polar methyl esters.

5) *Washing*. The top methyl ester layer was separated and removed from every production sample. The water washing process was then used on some of the biodiesel batches. Once separated from the glycerin the biodiesel is sometimes purified by washing gently with warm water to remove residual catalyst or soaps, dried, and sent to storage. In some processes this step is unnecessary. This is normally the end of the production process resulting in a clear amber-yellow liquid with a viscosity

similar to petro diesel. In some systems the biodiesel is distilled in an additional step to remove small amounts of color bodies to produce a colorless biodiesel.

Result and discussion.

Esterification Process



Fig. 2 – Esterification process result

Fig. 2 shows the separation between methanol and triglycerin:

- At the top will be presence methanol and at the bottom show triglycerin.
- Involves the reaction of alcohol (such as methanol) with fatty acids as catalyzed to reduce the levels of FFA in the low-cost feedstocks to an acceptable range/
- Reaction between acids and alcohols in the presence of strong acid catalyst
- Produce ester and water free fatty acid of material must be less than 2%

It needs to use methanol and Sodium Hydroxide as catalyst

- Fig. 3 show two layer separation between glycerol and FAME
- At the top will be presence FAME and the at bottom is glycerol
- Reduce the high viscosity of triglyceride (TG)
- Methanol and catalyst produce methyl ester and glycerol involves the reaction of alcohol (methanol) with oil.



Fig. 3 – Transesterification process result



Fig. 4 – Washing & distillation process result

Fig. 4 shows separation between water and FAME.

- To remove small amounts of colour bodies to produce a colourless biodiesel it need washing many time

Biodiesel

- To obtain pure methyl esters (Biodiesel/ FAME)
- To remove soap, catalyst, methanol and other pollutants of biodiesel, using water
- If the washing is not complete, it will be repeated by esterification and transesterification or washing.



WTO Biodiesel
Fig. 5 – WCO to biodiesel

- Biodiesel can show in fig. 5 which left is raw material and right is biodiesel.
- The percentage of biodiesel around 68-70% can be produce.
- Increase in the molar ratio the conversion of WCO to FAME decrease.
- At the same time, the waste can be converted to useable energy, pollution due to waste cooking oil can be avoided, and energy can be continuously saved and renewed.

Drying. After washing water still have inside biodiesel. Fig. 6 show oven for drying biodiesel. Then the water must be removed from the biodiesel using drying at 120 °C for 24 hour.

Physical Properties. Properties are one of method to determine the standard of biodiesel. Biodiesel can check using density, viscosity, flash point, acid value and water content.

Equipment for testing kinematic viscosity and Standard method for kinematic viscosity is Kinematic viscosity DSTU 6081:2009, 40 °C, requirement: 1.9 – 6.0 mm²/s. Kinematic viscosity: “the resistance to flow of a fluid under gravity”. The kinematic viscosity is equal to the dynamic viscosity/density the kinematic viscosity is a basic design specification for the fuel injectors used in diesel engines. Too high a viscosity and the injectors do not perform properly. Dynamic viscosity – ‘ratio between applied shear stress and rate of shear of a liquid.’ Density – “the mass per unit volume of a substance at a given temperature.” The viscosity of biodiesel can be predicted ± 15 % using the esters composition determined using DSTU 6081:2009. The viscosity apparatus to run D 445 is not critical to the QC laboratory, but it is valuable as a quick assay method for estimating the degree of completion for a reaction batch.

Equipment for testing combustion in biodiesel using method ASTM D93- Flash point, closed cup, requirement 130 °C min. The flash point is defined as the “lowest temperature corrected to a barometric pressure of 101.3kPa (760 mm Hg), at which application of an ignition source causes the vapors of a specimen to ignite under specified conditions of test.”

Testing for asid value using method DSTU 6081:2009 – Acid number, requirement 0.80 mg KOH/g. The acid number is “The quantity of base, expressed as milligrams of potassium hydroxide per gram of sample, required to titrate a sample to a specified end point.” The acid number is a direct measure of free fatty acids in B100. The free fatty acids can lead to corrosion and may be a symptom of water in the fuel. Usually, for a base catalyzed process, the acid value after production will be low since the base catalyst will strip the available free fatty acids. However, the acid value may increase with time as the fuel degrades due to contact with air or water. This test should be performed regularly as a part of the producer QC program.

This testing is very important in biodiesel. Before biodiesel are use in the engine water content must be follow the standard to avoid damage. The standard DSTU method D2709 is max 0.005%.

Summary. The biodiesel was prepared from waste cooking oil sample collected from a local factory in Malaysia. The biodiesel was characterized for its physical and fuel properties using ASTM standard methods for biodiesel fuel quality assurance. The composition of final biodiesel was determined by physical properties such as density, viscosity, flash point, water content and acid value. From the tests, the flash point was found to be 97°C, water and sediment was 0.02%, total acid number was 0.29 mgKOH/g, viscosity at 40°C was 4.2 mm²/sec and density 0.82g/cm. Out of 5 properties tested, all of them met the DSTU criteria for fuel standard. Production of biodiesel from waste cooking oils for diesel substitute is particularly important because the increasing cost of oil extracted from petroleum source and also it is good for environment. Waste cooking oil can be an important source for biodiesel production in Malaysia it is ready available and environment.

REFERENCES

1. Винтоняк, В. Українська рапсодія [Текст] / В. Винтоняк // Агроперспектива. – 2000. - №1. – С. 10-14.
2. Фукс, И. Г. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения [Текст] / И.Г. Фукс, А. Ю. Евдокимов, А. А. Джамалов, А. Лукаса // Химия и технология топлив и масел. – 1992. - № 6. – С. 36-40.
3. Инструкция по получению биодизеля. – Фирма Симбрия СКЕТ, Германия / Масложировая промышленность. – Научно-технический производственный журнал. – М.: Пищевая промышленность. – 2005. – № 5. – С. 17-18.
4. Дубровін, В.О. Біопалива (Технології, машини і обладнання) [Текст] / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та ін. – К.: ЦТІ "Енергетика та експлуатація", 2004. – С. 81-84.
5. Деклараційний патент 30417 UA, МПК СО1L1/02 (2006/01) Спосіб отримання метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії [Текст] / Погромська В.О., Джелмач Л.К., Криворотько В.М., Сухенко Ю.Г., Якимчук М.Т., Суржок В.М.; заявник ТОВ Асоціація "ЕКОМА". - № UA 98052268; заявл. 05.05.1998; опубл. 15.11.2000, №6, 2000р.
6. S. John, *et al.*, *Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for use in an Urban Bus*, Final Report for U.S. Dept. of Energy's Office of Fuel Development and the U.S. Dept. of Agriculture's Office of Energy, The National Renewable Energy Laboratory, NREL/ SR-580-24089, May 1998.
7. V. K. Barnwal and M. P. Sharma, "Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 9, no. 4, pp. 363-378, 2005.
8. S. Zheng, M. Kates, M. A. Dube, and D. D. McLean, "Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil," *Biomass & Bioenergy*, vol. 30, no. 3, pp. 267-272, 2006.
9. X. Chen *et al.*, "Optimisation of the conversion of waste cooking oil into biodiesel," Strathclyde Institute of Pharmacy and Biomedical Sciences, University of Strathclyde, The John Arbuthnott Building, 27 Taylor Street, Glasgow, G4 0NR, Scotland.
10. R. E. Tate *et al.*, "The densities of three biodiesel fuels at temperatures up to 300°C," *Fuel*, vol. 85, pp. 1004-1009, 2006.
11. J. Van Gerpen, "Biodiesel production technology," Iowa State University, D. Clements Renewable Products Development Laboratory, G. Knothe USDA/NCAU, pp. 22-26, 2004.

Сухенко Ю.Г., Сухенко В.Ю., Мушгрук М.М.

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА З ЖИРОВІСНИХ ВІДХОДІВ РЕСТОРАНІВ

Досліджені особливості технології виробництва дизельного біопалива з жировісних відходів ресторанів, що мають значний вміст вільних жирних кислот.

Ключові слова: дизельне біопаливо, олія, дослідний зразок, альтернативні джерела енергії.

V. Shaposhnik, N. Nikitina, O. Galchenko

HUMAN CAPITALS - AS A FACTOR OF SUCCESS OF THE MODERN ACCREDITED LABORATORY

In this article the analysed role of human capitals is for providing of success of the modern accredited laboratory in the conditions of hard competition at the market of quality. Considered questions of introduction of the marked factor in control system of concrete proof-of-concept (gauge) laboratory during realization of requirements of standard of ISO/IEC 17025: 2006. The special attention is appointed to ponderable influence of personnel on activity of laboratory on the whole and on exactness and authenticity of results of tests (calibrations), that is conducted by a laboratory. Described necessity of more careful going near the selection of specialists for implementation of concrete tasks with taking into account of not only qualification, knowledge and experience but also personal internalss and properties of character of specialist. Examples of ways of improvement of general psychological climate are made in a collective due to the professional going near a management a personnel. The article is intended for the wide circle of specialists, first of all leaders and those that engage in a management and have for an aim to convert a collective - in a command, conservative work - in creative and bright process, and everyday activity - in success and victory.

Keywords: laboratory, accreditation, control system, specialist, testing

Possibility of receipt of reliable results of researches for the state assists forming of public policy on the basis of exact data. Today, when a country moves in direction of world confession of the Ukrainian state guarantees in relation to the effective checking system after quality and safety of products, including food, as never the question of functioning of proof-of-concept and gauge laboratories able to provide implementation of these tasks gets up sharply.

On this time in Ukraine already there is a network of laboratories the competence of that is confirmed by accreditation of NAAU on conforming to the requirements ISO/IEC 17025: 2006 [1] under the Law of Ukraine "On accreditation of organs of estimation of accordance". Basic description of activity of such laboratories is a receipt of quality, exact and reliable results, confirmation of competence at an international level and accordingly, confession of the got results. That is able a laboratory to attain the marked level of tests indisputably it maybe to consider successful. But as it is known, success of any business depends, in a greater degree, from people that her engage in. To Tom, and our article is sanctified to exactly the personnel of laboratories, his influence on activity of laboratory, due to the personal internalss of specialists and psychological factors in a collective.

In the modern terms of development of economy a proof tendency was determined to the increase of role of нецінових forms of competitive activity. Today in a "trend" is a competition in area of competent and high-professional personnel.

The change of market nature predetermines change and professional relations. Establishment of corresponding relations between workers, delegations of plenary powers, that are based on a trust, are one of major elements of creative climate that assists effective work of laboratory and creates terms for providing of the proper quality of her activity. In addition, sense of співпричетності of workers to participating in a management strengthens motivation to creative labour [2].

In connection with development of scientific and technical progress, complex mechanization and automation of processes of laboratory activity, introduction of modern technologies substantially specific gravity of the intellectual loading grows during realization of researches. It creates terms for the native change of character and maintenance of labour of specialists and proposes serious requirements to the level of qualification of workers of proof-of-concept and gauge laboratories. The specialist of modern laboratory must not only it is good to know laboratory business but also own modern methodology, able to serve a difficult laboratory technique, manage technological processes from tests. All of it assists to development of creative character of labour [3].

For this reason standard of ISO/IEC 17025: 2006 in a division 5 the "Technical requirements" among factors, that determine exactness and authenticity of tests and (or) calibrations conducted by a laboratory, on the first place puts a human factor, and point a 5.2 "Personnel" examines requirements to plenary powers, competence, professional and educational level, studies, mastery and experience of all technical personnel of laboratories.

Control system by a personnel is component part of functioning of control system on the whole. Therefore it is very important to provide, that every specialist of laboratory realized validity and importance of the activity and payment in the achievement of aims of control system.

By socio-economic basis of behavior and activation of efforts of personnel laboratories that is sent to the increase of effectiveness of their activity, there always is motivation of labour, that is part of control system by a personnel [4].

It is necessary to forecast the leaders of laboratories, to estimate qualification and competence of personnel and effectively to plan her use in directions necessary to organization. Such activity will provide a trust to qualification and competence of personnel of organization, and she, as known, and will provide the trust of customers to organization, her activity and authenticity of results of tests and (or) calibrations.

Main difficulties of introduction of control system for today consist in overcoming of psychological barriers of employees, beginning from a leader and ending an ordinary laboratory assistant, organizations of effective responsibility of guidance and systems of effective and reliable audit, correcting and preventive actions.

Experience of laboratories confirms a conclusion: it is impossible to "buy" control system. Only system that is "born" in a concrete laboratory, taking into account the specific of activity, that is created by an own personnel, that knows all subtleties of business and weak points, can be effective and effectively to function during a long term "life". In this case every specialist of laboratory assuredly *переходить* from a role an observer after the vital functions of control system of laboratory to the role of active performer of set politician, aims and tasks of the accredited laboratory.

Going back to technical part of activity of personnel it should be noted that with every year a laboratory equipment becomes all more perfect and more reliable, but whatever perfect it was, it was just a help to the specialist in his everyday work. Simplifying conservative operations, allows to improve quality processes that is conducted, here keeping and even sometimes increasing their amount. Very often there is the impression, that a device is so perfect, that lives by the own life, and, seems, that nobody needs him - so masterly he is constructed and works reliably. However it just illusion. A device - it only a link in the whole system of work of analytical laboratory. Thus the professionalness and mastery of every separately taken specialist is the same little, but by the very important "key" to the "breech-blocks" of laboratory activity.

A problem of influence of human factor on the processes of testing is extraordinarily actual. It is impossible to forget that exactly an operator is one of component parts of vagueness of measuring, volume, it is important, that this constituent was not most influential. High professionalness, that envisages not only the presence of base knowledge from laboratory business but also permanent perfection of these knowledge and practical skills, enriching of experience, - is the mortgage of receipt of technically reasonable, reliable and quality results in the modern accredited laboratory.

During a management a personnel, organizations of his work, special value correct and rational distribution of plenary powers and duties of specialists acquires taking into account their personal internalss and *психотипів*. Yes, for implementation of functions of leader from quality, internal public accountant, leader of subdivision except professionalism, necessary presence of such personal character traits, as a communicability, initiativeness, hardness of persuasions, *неупередженість* and other a man is unmultilingual In that time, bashful, quiet, the concentrated is a good performer and can perfectly get along at concrete analytical tasks. Such approach assists the improvement of psychological climate and increase of efficiency of labour, and also can be examined as an element of motivation of personnel.

Thus, within the limits of conception of "management human capitals" a personnel is evened in rights with the fixed assets, and charges on him are examined as long-term investments, the skilled planning interlaces with laboratory activity, and every specialist of laboratory becomes the object of corporate strategy; group organization of labour is actively inculcated, emphasized creation of command, developing flairs of people and forming of corporate culture.

In the end it would be desirable to add: command - when energy and talent each, folded together, grows into something stunning on the power and force, increasing and complementing each other. If

a laboratory was able to find and create such command, then it deserves sincere fascination, and if no - then for you still ahead. Animation to you!

REFERENCES

1. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних і калібрувальних лабораторій.
2. В. Друзюк, І. Сидорко, Р. Байцар. Роль керівника і персоналу в забезпеченні якості діяльності лабораторії // Стандартизація, сертифікація, якість. –2005. –№ 2. –С.47–49.
3. М. Сколоздра, Р.Байцар Роль психологічних факторів у підвищенні якості роботи спеціалістів метрологів // Вимірювальна техніка та метрологія. –2008. – № 68.
4. Є. Новожилова, Л. Старжинська. Розроблення схеми мотивації як елементу системи управління персоналом у випробувальних та вимірювальних лабораторіях згідно вимог стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 // Збірник наукових праць ВНАУ. –2011. –№ 9 (49).

Шапошник В. Н., Никитина Н. И., Гальченко Е. А.

ЛЮДСКИЕ РЕСУРСЫ – КАК ФАКТОР УСПЕХА СОВРЕМЕННОЙ АККРЕДИТОВАННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В данной статье проанализирована роль людских ресурсов, как залога успеха современной аккредитованной лаборатории в условиях жесткой конкуренции на рынке качества. Рассмотрены вопросы внедрения указанного фактора в систему управления конкретной испытательной (калибровочной) лабораторией при реализации требований стандарта ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Особое внимание обращено на влияние персонала на деятельность лаборатории в целом, а также на точность и достоверность результатов испытаний (калибровок), которые проводятся лабораторией. Описана необходимость более тщательного подхода к подбору специалистов для выполнения конкретных задач с учетом не только квалификации, знаний и опыта, но и личных качеств, а также свойств характера специалиста. Приведены примеры путей улучшения общего психологического климата в коллективе за счет профессионального подхода к управлению персоналом. Статья предназначена для широкого круга специалистов, в первую очередь руководителей и профессионалов, занимающихся управлением, главной целью которых является преобразование коллектива - в команду, рутинную работу - в творческой и яркий процесс, а повседневную деятельность - в успех и победу.

Ключевые слова: лаборатория, аккредитация, система управления, специалист, испытания

Шапошник В. М., Нікітіна Н. І., Гальченко О. А.

ЛЮДСЬКІ РЕСУРСИ - ЯК ФАКТОР УСПІХУ СУЧАСНОЇ АКРЕДИТОВАНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

В даній статті проаналізована роль людських ресурсів для забезпечення успіху сучасної аккредитованої лабораторії в умовах жорсткої конкуренції на ринку якості. Розглянуті питання впровадження зазначеного чинника в систему управління конкретної випробувальної (калібрувальної) лабораторії під час реалізації вимог стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Особливу увагу призначено вагомому впливу персоналу на діяльність лабораторії в цілому та на точність і вірогідність результатів випробувань (калібрувань), які проводяться лабораторією. Описана необхідність більш ретельного підходу до підбору фахівців для виконання конкретних завдань з урахуванням не тільки кваліфікації, знань і досвіду, а й особистих якостей та властивостей характеру спеціаліста. Наведено приклади шляхів покращення загального психологічного клімату в колективі за рахунок професійного підходу до управління персоналом. Стаття призначена для широкого кола фахівців, в першу чергу керівників та тих, що займаються управлінням та мають за мету перетворити колектив - у команду, рутинну роботу - в творчий та яскравий процес, а повсякденну діяльність - в успіх та перемогу.

Ключові слова: лабораторія, аккредитація, система управління, фахівець, випробування

АВТОРИ ВИПУСКУ

Азарсков Валерій Миколайович	–	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Національного авіаційного університету
Алейніков Владислав Михайлович	–	штурман, аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій
Алейніков Михайло Владиславович	–	капітан далекого плавання, аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій
Бадаєв Юрій Іванович	–	доктор технічних наук, професор, професор кафедри Національного технічного університету України "КПІ"
Байрамова Вікторівна Олена	–	кандидат філософських наук, старший викладач кафедри, Дунайський факультет морського та річкового транспорту, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Батуєв Юрійович Дмитро	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Богом'я Іванович Володимир	–	доктор технічних наук, професор, Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0003-4403-3130
Будолак Юхимович Станіслав	–	старший викладач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Вільдяєва Миколаївна Любов	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Власова Валентина Петрівна	–	кандидат економічних наук, старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій
Ганношина Миколаївна Ірина	–	старший викладач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0001-5810-2462
Гараженко Іванович Микола	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Гаценко Володимирівна Лариса	–	аспірант кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Гейлик Вадимівна Анастасія	–	кандидат педагогічних наук, в.о. доцента кафедри прикладної математики КДАВТ
Горбань Вікторович Анатолій	–	кандидат історичних наук, Перший проректор, Державний університет інфраструктури та технологій
Гуменников Вікторович Рудольф	–	старший викладач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ

Давидов Володимир Семенович	–	кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0002-4985-1143
Дакі Олена Анатоліївна	–	кандидат педагогічних наук, доцент, декан Дунайського факультету морського та річкового транспорту, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, orcid.org/0000-0003-3932-462X
Демічев Віктор Володимирович	–	аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій
Демьяненко Сергій Касянович	–	кандидат технічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Дерепа А.В.	–	доктор технічних наук, професор, професор кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Дмітрієв Андрій Анатолійович	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Доронін Володимир Васильович	–	кандидат технічних наук, доцент кафедри технічних систем і процесів керування в судноводінні КДАВТ, заступник начальника ДП «Укрводшлях»
Дорофєєва Зоя Яковлівна	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Дорошева Антоніна Олександрівна	–	кандидат історичних наук, старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Дубинець Олександр Іванович	–	доктор технічних наук, професор, професор кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Єлєзаров Олександр Петрович	–	кандидат юридичних наук, доцент, декан факультету, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Желєзний В'ячеслав Валерійович	–	студент-магістр, Державний університет інфраструктури та технологій
Завгородній Валерій Вікторович	–	кандидат технічних наук, доцент, Державний університет інфраструктури та технологій
Зайцева Діна Олексійовна	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Іваненко Віталій Миколайович	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Кліндухова Валентина Миколаївна	–	кандидат педагогічних наук, доцент, Державний університет інфраструктури та технологій
Коба В'ячеслав Григорович	–	доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри Державний університет інфраструктури та технологій

Коломієць Оксана Михайлівна	–	аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, orcid.org/0000-0001-7161-8957
Коршунов Якович Михайло	–	доцент, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Корнієнко Валентинович Ігор	–	к.т.н., доцент, завідувач кафедри Чернігівського національного технологічного університету.
Корнієнко Петрівна Світлана	–	к.т.н., доцент, доцент кафедри Чернігівського національного технологічного університету.
Кривошей Олександрович Фелікс	–	доктор технічних наук, професор, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Кукалець Миколаївна Людмила	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Кучерук Юрійвна Галина	–	доктор технічних наук, професор, професор кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Лерніченко Валеріївна Катерина	–	к.е.н., доцент, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0001-5807-5310
Ляшко Ольга Вікторівна	–	кандидат фізико-математичних наук, доцент, Державний університет інфраструктури та технологій
Мазур Андрій Миколайович	–	аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, orcid.org/0000-0002-6274-2785
Майборода Миколайович Олександр	–	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Макаров Михайлович Олександр	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Марченко Михайлович Вячеслав	–	кандидат педагогічних наук, доцент, старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій,
Медведева Юрійовна Олена	–	кандидат філологічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Мельник Володимирівна Ольга	–	кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Моїсєєв Якович Володимир	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Муштрук Михайло Михайлович	–	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри, Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ
Овчарук Вікторівна Ірина	–	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Київського національного університету культури і мистецтв

Панін Владислав Вадимович	–	доктор технічних наук, професор, в.о. ректора, Державний університет інфраструктури та технологій
Панов Сергій Львович	–	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Пастух Васильович Олександр	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій
Пашков Павлович Дмитро		доктор технічних, професор, Державна екологічна академія післядипломної освіти
Педоренко Сергіївна Ольга	–	студентка магістратури, Державний університет інфраструктури та технологій
Радченко Миколаївна Вікторія	–	кандидат наук, доцент, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Рябчук Олександрівна Інна	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Самокіш Валерійович Артем	–	ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, orcid.org/0000-0003-1924-9351
Сардак Гнатович Анатолій	–	кандидат технічних наук, с.н.с., доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Степук Аркадійович Васил	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Сухенко Юрійович Владислав	–	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Сухенко Юрій Павлович	–	доктор технічних наук, професор, професор кафедри, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Сушко Григорович Володимир	–	доцент, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Сьомін Анатолійович Олексій	–	кандидат технічних наук, доцент, декан факультету, Державний університет інфраструктури та технологій
Тараненко Володимирович Сергій	–	кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Тимошевський Георгійович Борис	–	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри ДВЗ, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Тимошук Олена Миколаївна	–	доктор технічних наук, доцент, директор інституту, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, orcid.org/0000-0003-3684-6182

Тихонов Валентинович	Ілля	–	доктор технічних наук, с.н.с., доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Ткач Романович	Михайло	–	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної механіки і технології машинобудування, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Ткаченко Володимирович	Віталій	–	старший викладач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Ткаченко Андрійович	Олександр	–	кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Київського національного університету культури і мистецтв
Ткаченко Іванівна	Ольга	–	кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук Київського національного університету культури і мистецтв
Ткачук Олексійович	Дмитро	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій
Траханов Юрійович	Владислав	–	магістр кафедри інформаційних технологій, Державний університет інфраструктури та технологій
Трішин В'ячеслав Валентинович		–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Трофіменко Анастасія Олегівна			аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0002-6713-0534
Урум Наталія Степанівна		–	кандидат педагогічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Хорошун Петрович	Леонід	–	доктор фізико-математичних наук, член-кореспондент НАН України, завідувач відділом Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України
Цуранич Васильовна	Валентина	–	старший викладач, Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0001-5530-5619
Чабан Іларіонович	Валерій	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Чередник Миколайович	Володимир	–	старший викладач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ
Шалапко Олегович	Денис	–	здобувач, викладач, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Херсонська філія
Шевченко Антон Петрович		–	аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, orcid.org/0000-0001-8892-8951
Шевчук Олегівна	Владислава	–	кандидат економічних наук, доцент кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій

Шелест Миколаївна	Тетяна	–	старший викладач кафедри, Державний університет інфраструктури та технологій
Шепель Анатолійович	Владислав	–	магістр кафедри комп'ютерних наук Київського національного університету культури і мистецтв
Шикула Миколаївна	Олена	–	доктор фізико-математичних наук, професор, Державний університет інфраструктури та технологій
Штрибець Валерійович	Валерій	–	аспірант, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, orcid.org/0000-0001-8892-8951
Якусевич Геннадійович	Юрій	–	кандидат технічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ
Ялова Миколаївна	Катерина	–	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення систем Дніпровського державного технічного університету
Яшина Володимирівна	Ксенія	–	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри програмного забезпечення систем Дніпровського державного технічного університету.

Наукове видання

ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Збірник наукових праць

Випуск 1(27)

Відповідальний за випуск *Богом'я В.І.*

Підп. до друку 17.11.18. Формат 60x84/8. Папір для тиражувальних апаратів.
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 23,5. Наклад 100 прим.
Зам. № 429. Віддруковано з оригіналів.

Державний університет інфраструктури та технологій

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(серія КВ № 23216-13056ПР від 23.02.2018 р.)
вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна
тел./факс: (044) 463-74-70, тел. (044) 417-17-57
E-mail: duit@duit.edu.ua