



ISSN 2226-8553 (Print)
ISSN 2663-645X (Online)

ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Збірник наукових праць

випуск №2 (30)



КИЇВ-2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Збірник наукових праць

випуск 2(30)

Київ
2020

Водний транспорт. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. – К.: ДУІТ, 2020. – Випуск 2(30). – 142 с. <https://doi.org/10.33298/2226-8553/2020.2.30>

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».

Засновник: 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://vt.duit.edu.ua/index.php/home>

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., професор (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; Онищенко О.А., д. т. н., професор; Діасамідзе Мзія Р., д. т. н., професор, (Грузія); Прієднієкс Валдис Р., д. т. н., професор, (Латвійська Республіка); Шаріфов З. З., д. т. н., професор, Гафаров А. М., доктор технічних наук, професор, (Азербайджанська Республіка).

Відповідальний секретар редколегії – Богом'я О.Є.

Підписано до друку за рекомендацією Вченої ради Державного університету інфраструктури та технологій (протокол № 9 від 27 лютого 2020 р.)

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

Збірник включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б», спеціальності – 271, 275), у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата з технічних наук (Наказ Міністерства освіти і науки України від 28.12.2019 № 1643).

ЗМІСТ

СУДНОВОДІННЯ ТА ЕНЕРГЕТИКА СУДЕН

Дем'яненко С.К., Якусевич Ю.Г., Гімпель Р.М., Дорофєєва З.Я. Аналіз методів визначення зміни технічного стану елементів механічного обладнання гідротехнічних споруд.....	5
Охріменко О.В. Методи підвищення точності позиціонування об'єктів засобами супутникової навігації.....	16
Дорошева А.О., Байрамова О.В., Урум Н.С., Медведєва О.Ю. Організаційний метод зниження витрат на паливо в транспортних компаніях	23
Іваненко В.М., Чебан В.І., Трішин В.В., Бажак О.В. Інформаційно-аналітична система технічної експлуатації водного транспорту.....	32
Кондратюк Э.Э., Маранов А. В. Разработка и внедрение инновационной навигационной системы на базе лазерной голографической установки	41
Ткаченко В.В., Будолак С.Ю., Гуменніков Р.В., Батуєв Д.Ю. Оцінка технічного стану суднового двигуна внутрішнього згорання в експлуатаційних умовах	47

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

Андрейцев А.Ю., Вяла Ю.Е., Гейлик А.В., Клецка Т.С., Ляшко О.В. Порівняння методів розв'язання задачі оптимального завантаження транспортного засобу.....	59
Зайцева Д.О., Рябчук І.О. Фразеологізми в англійських науково-технічних текстах з експлуатації морського транспорту.....	71

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Аксьонов А.В., Нечитайло В.І. Остійність суден - від Архімеда до наших днів	79
Хандусь Б.С., Маранов А.В. Разработка тренажера автоматической идентификационной системы в среде виртуальной реальности на базе программного обеспечения Unity и Unreal engine 4 для операционных систем Android и IOS.....	88
Глущенко О.А., Шикуча О.М. Розробка мобільного додатка – гри на платформі Android.....	96
Гузенко З.М., Шикуча О.М. Розробка веб-сервісу-агрегатора лікарів та медичних закладів.....	104
Куденцов П.Г., Шикуча О.М. Розробка WEB-сайту «Оновлений Інтернет-магазин трубок для паління PipesforDudes.ua».....	112
Мовчан Т.О., Шикуча О.М. Розробка автоматизованої інформаційної системи обліку продукції Avon.....	120

Наку К.А., Шикула О.М.

Розробка мобільного додатку «система логічного розвитку на основі комп'ютерних ігор “Evolve your brain”»..... **128**

АВТОРИ ВИПУСКУ..... **136**

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ **139**

Дем'яненко С.К., Якусевич Ю.Г., Гімпель Р.М., Дорофєєва З.Я.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Пріоритетним завданням при технічному обслуговуванні (експлуатації) механічного обладнання є забезпечення його безвідмовної роботи.

В статті механічне обладнання судноплавних гідротехнічних споруд розглядається, як елемент системи більш високого порядку. Ймовірними причинами розвитку деструктивних процесів і ушкоджень та реалізації відмов механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд в роботі прийняті: конструктивні, технологічні та експлуатаційні. Показано, що реалізація однієї з перерахованих причин найбільш ймовірна на визначених умовних етапах експлуатації механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд залежно від термінів його експлуатації.

В статті запропоновано структуру методів неруйнівного контролю при оцінці стану механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд.

Відмічено, що фактична чутливість методів неруйнівного контролю (мінімальний розмір дефекту, що виявляється) в умовах експлуатаційного контролю істотно відрізняється від граничних значень, зазначених у нормативних документах, і залежить від параметрів дефектів і умов проведення діагностичних операцій.

Показано, що однією з основних умов своєчасного виявлення втомних ушкоджень в експлуатаційних умовах є раціональний вибір методу визначення зміни технічного стану, який сполучає можливість реалізації його фізичних принципів в умовах проведення операції з урахуванням параметрів дефектів і динаміки деградаційного процесу. Доведено, що раціональний вибір методів для виявлення втомних тріщин може бути зроблений тільки з урахуванням основних параметрів реальних дефектів, їх розташування та умов проведення контролю, вплив яких на чутливість і ймовірність оцінюється сукупністю коефіцієнтів.

Запропоновані коефіцієнти, що враховують параметри дефектів та умови проведення контролю. Досліджено вплив властивостей дефекту (тріщини) і стану контрольованої ділянки на його виявлення методами неруйнівного контролю.

Зроблений висновок, що ефективність пошуку втомних тріщин методами неруйнівного контролю залежить не стільки від граничної чутливості самих методів, скільки від параметрів дефектів і умов проведення контролю.

Ключові слова: втомне ушкодження, дефект, метод, механічне обладнання, неруйнівний контроль, судноплавна гідротехнічна споруда.

Постановка проблеми. Елементи механічного обладнання гідротехнічних споруд, зокрема судноплавних шлюзів, знаходяться в експлуатації довше призначеного терміну служби у 25 років. Наприклад, велика частина воріт, затворів і їх приводів експлуатується довше 40–50 років. Важливою причиною необхідності виконання відновлювальних робіт, включаючи заміну обладнання, є протікання деструктивних процесів різної інтенсивності. До таких процесів, насамперед, відносяться корозійне, втомно-корозійне руйнування. Неконтрольований розвиток зазначених процесів може привести до деградаційної відмови елемента. Для попередження реалізації подібних відмов механічного обладнання виконується оцінка технічного стану його основних елементів з урахуванням динаміки

деструктивних процесів, що потребує застосування відповідних наукових методів. Аналіз сучасних методів і засобів отримання діагностичної інформації про динаміку зміни технічного стану механічних систем, дозволяє допустити, що удосконалення системи контролю за механічним обладнанням гідротехнічних споруд повинно проводитися у таких напрямках:

- локалізація ділянок утворення потенційних дефектів для виявлення їх засобами неруйнівного контролю;
- збільшення тривалості прогнозу зміни технічного стану елементів, шляхом отримання додаткової інформації про їх стан;
- вибір діагностичних показників, що корелюють зі зміною технічного стану елементів.

При спостереженнях за механічним обладнанням судноплавних шлюзів виконується оцінювання їх напружено-деформованого стану за допомогою методу кінцевих елементів і тензометричних вимірів. Основним їх недоліком є низька оперативність і значна залежність результатів відхилень напруг від розрахункових значень, як по величині, так і по напрямку. Останнім часом розвиваються фізичні методи оперативного контролю прикладених напруг у різних галузях промисловості. У зв'язку з цим актуальним дослідженням є аналіз методів визначення зміни технічного стану елементів механічного обладнання гідротехнічних споруд.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними джерелами інформації при виконанні роботи стали праці відомих вітчизняних та закордонних спеціалістів у галузі теорії надійності та механіки твердого тіла: Я.М. Колотиркіна, В.Б. Карпенка, І.А. Одинга, С.В. Серенсена, В.С. Іванової, П.І. Кудрявцева, Д.Н. Відмана, Я.Б. Фрідмана, В.Ф. Терентьєва, С.А. Кораблевой, В.М. Гребенніка, П. Форреста.

Фізичні основи, методики контролю і застосовування технічних засобів розглянуті в нормативних документах на дані методи, а також у роботах В.В. Ключова, П.П. Прохоренка, Г.С. Шеліхова, А.К. Гурвича, І.Н. Єрмолова, А.Д. Ярошека. У більшості з них увага приділена питанням технологічного контролю, що відрізняється від експлуатаційного не тільки за умовами його проведення (доступність, висвітлення, температура навколишнього середовища і т.п.), але й за характером та властивостями ушкоджень, що зменшує ймовірність своєчасного їх виявлення. Важливими для даного дослідження є роботи Кузьмицького М.Л., Ксенофонта Н.М. [1–3] та Мішина А.С. [4], в яких комплексно досліджуються питання підвищення надійності механічного обладнання гідротехнічних споруд.

Метою статті є проведення аналізу існуючих та перспективних методів визначення зміни технічного стану елементів механічного обладнання гідротехнічних споруд для вироблення обґрунтованих рекомендацій щодо порядку їх застосування.

Викладення основного матеріалу дослідження. До судноплавних гідротехнічних споруд (СГТС) відносяться: “шлюзи і суднопідйомники з підхідними каналами, судноплавні канали, греблі, дамби, водоскиди і водоспуски, паромні переправи і загороджувальні пристрої” [5], [6]. Значну частину СГТС складають судноплавні шлюзи, що розрізняються між собою основними характеристиками, конструктивними рішеннями, якістю технологічного виконання, умовами і терміном експлуатації [7].

Механічне обладнання (МО) СГТС представляє собою сукупність пристроїв та обладнання, що перебивають суднопропускні, водозливні, водозабірні та водопропускні отвори, які дозволяють робити наповнення, спорожнювання камер шлюзів, швартування судів, затримку плаваючих предметів, а також комплекс допоміжних пристроїв, що забезпечують можливість експлуатації й ремонту обладнання [8]. Склад МО СГТС варто віднести до механічних систем довгострокового користування, що на думку авторів [1, 8] відрізняються від масових систем рядом особливостей:

- тривалий термін експлуатації;
- індивідуальний або дрібносерійний характер виготовлення елементів;

- малий ступінь відпрацьовування конструкцій через невелику кількість аналогічних виробів і обмеженої можливості проведення повномасштабних випробувань;
- неврахуванні при проектуванні впливів, кількість яких зростає з часом експлуатації;
- значні відновлювальні роботи, які виконуються за різними технологіями;
- великі габарити і вартість виробів та їх елементів;
- можливість експлуатації аналогічних виробів у різних умовах.

З погляду системного аналізу [9, 10] механічне обладнання повинне розглядатися, як елемент системи більш високого порядку СГТС (судноплавний шлюз) (рис. 1).



Рисунок 1 – Декомпозиція СГТС як складної системи

Як система, механічне обладнання представляє собою сукупність m елементів, що мають зв'язки між собою та забезпечують його функціонування з необхідним значенням безвідмовності роботи $P_{мо}$.

У загальному випадку як ймовірні причини розвитку деструктивних процесів і ушкоджень та реалізації відмов МО СГТС можуть розглядатися [8]:

- конструктивні – є наслідком невідповідності проектних рішень МО або окремих його елементів фактичним умовам експлуатації;
- технологічні – викликані невідповідністю технології їх виготовлення або монтажу вимогам проектної документації і нормативно-технічних документів;
- експлуатаційні – розуміються, як зміна технічного стану елементів у результаті об'єктивного протікання деструктивних процесів при проектних умовах експлуатації, що не виключає зміни характеристик динаміки процесів, викликаних зовнішніми не штатними впливами відносно МО, такими як: навали судів, колювання рівнів б'єфів, сейсмічні явища, і вплив інших складових СГТС (будівельна та електрична частини, людський фактор).

З аналізу відмов і ушкоджень випливає, що реалізація однієї з перерахованих причин найбільш ймовірна на визначених умовних етапах експлуатації МО СГТС [2] (рис 2).

На першому (початковому) етапі експлуатації (~ до 5 років) реалізуються відмови, обумовлені наявністю конструктивних і технологічних дефектів обладнання. Деструктивні процеси елементів МО в цей період, як правило, рідко приводять до їх відмови, тому що незважаючи на великий діапазон можливих швидкостей їх протікання, самі процеси, при номінальних умовах, мають досить тривалий характер.

Для другого – стаціонарного етапу експлуатації МО (~ до 50 років) характерно найбільша кількість відмов, що обумовлені протіканням деструктивних процесів.

Третій етап характеризується різким збільшенням кількості відмов елементів, зокрема через досягнення багатьох показників технічного стану їх максимально (мінімально) допустимих значень, наслідком чого є зниження надійності споруд.

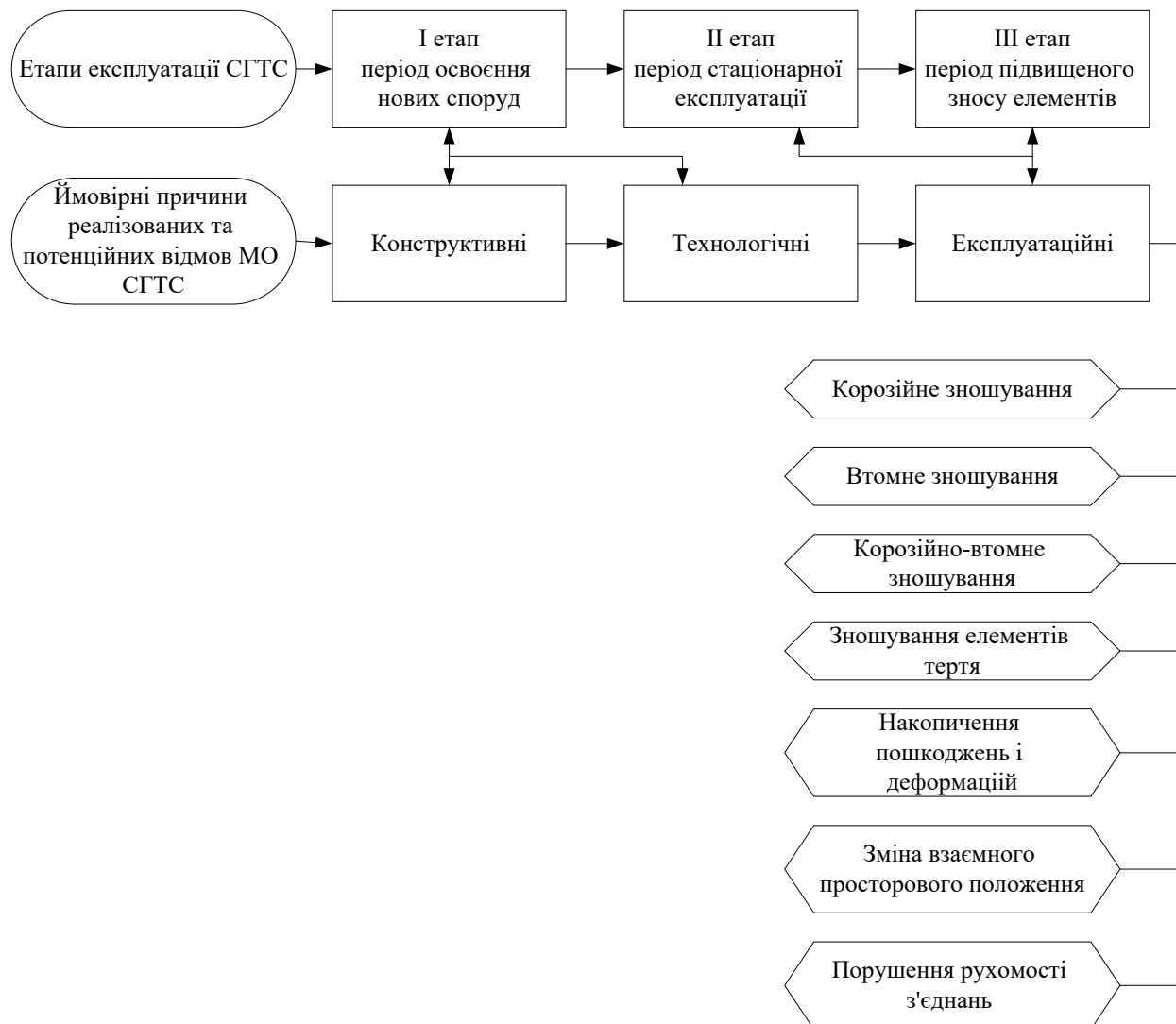


Рисунок 2 – Схема ймовірних причин відмов і ушкоджень МО СГТС залежно від термінів його експлуатації

Для оцінювання зміни технічного стану елементів МО СГТС через вплив деструктивних процесів використовуються різні методи неруйнівного контролю, номенклатура та галузь застосування яких представлена на рис. 3. Результати досліджень і накопичений досвід використання методів неруйнівного контролю (НК) на об'єктах дослідження дозволяє зробити висновок про те, що їх фактична чутливість (мінімальний розмір дефекту, що виявляється) в умовах експлуатаційного контролю істотно відрізняється від граничних значень, зазначених у нормативних документах, і залежить від параметрів дефектів і умов проведення діагностичних операцій.

Однією з основних умов своєчасного виявлення втомних ушкоджень в експлуатаційних умовах є раціональний вибір методу визначення зміни технічного стану, який сполучає можливість реалізації його фізичних принципів в умовах проведення операції з урахуванням параметрів дефектів і динаміки деградаційного процесу. У нормативних документах [5, 8] конкретні вимоги до їх вибору, як правило, не наводяться. Можна зробити висновок, що такий вибір повинний ґрунтуватися на дослідженнях впливу зазначених факторів умовам

проведення контролю, розташування, орієнтації і параметрам реальних дефектів. Вплив зазначених факторів оцінюється сукупністю коефіцієнтів.

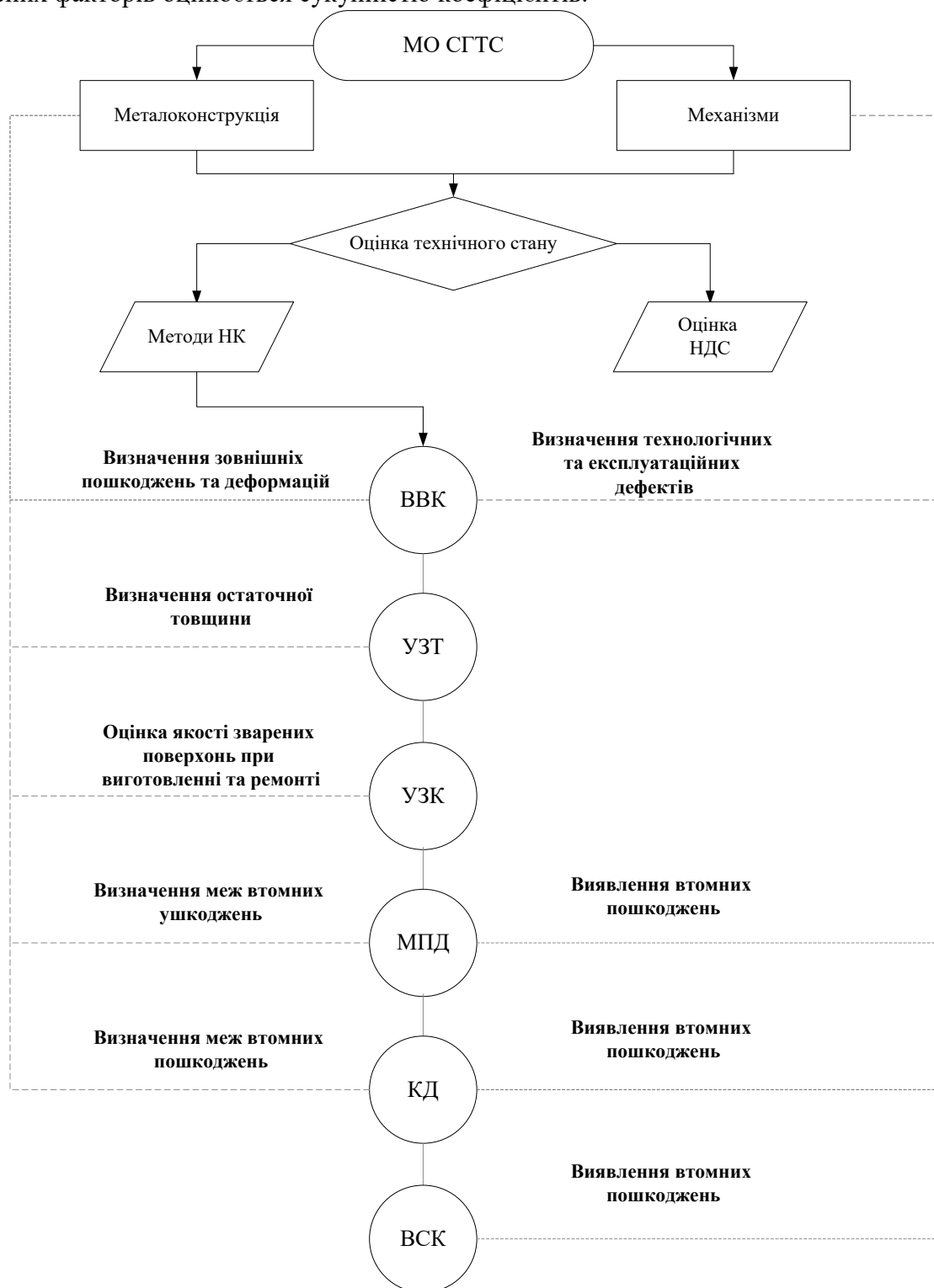


Рисунок 3 – Структура методів неруйнівного контролю при оцінці стану механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд

В даний час при оцінці технічного стану МО СГТС, у тому числі для виявлення втомних ушкоджень, застосовуються такі методи НК, як візуально-вимірювальний контроль (ВВК), ультразвуковий контроль (УЗК), магнітопорошкова дефектоскопія (МПД) для феромагнітних матеріалів, віхрострумний контроль (ВСК) і капілярні методи контролю, з яких далі буде розглядатися тільки кольорова дефектоскопія (КД).

Рациональний вибір методів для виявлення втомних тріщин може бути зроблений тільки з урахуванням основних параметрів реальних дефектів, їх розташування та умов проведення контролю, вплив яких на чутливість і ймовірність оцінюється сукупністю коефіцієнтів K_i , що враховують:

- заповнення порожнини дефекту (K_{II});
- корозійне руйнування порожнини гирла тріщини (K_K);
- форму стінки тріщини (K_u);
- змінний перетин тріщини (K_c);
- величину розмірів тріщини (розкриття, протяжність) (K_p);
- орієнтацію тріщини (K_o);
- геометрію контрольованої ділянки (K_ϕ);
- нестабільність електричних (K_δ) та магнітних (K_μ) властивостей метала контролюємої деталі;
- підвищену шорсткість контрольованої поверхні (K_R);
- структурну неоднорідність матеріалу (K_H);
- умови проведення контролю (K_T).

Значення зазначених коефіцієнтів K_i можуть змінюватися від 1 (висока ймовірність виявлення дефекту до 0 (можливість пропуску дефектів).

При УЗК чутливість і ймовірність виявлення дефектів залежить від:

- форми стінки тріщини ($K_u < 1$) та її орієнтації ($K_o < 1$), які приводять до зміни відбивної здатності дефекту;
- геометрії контрольованої ділянки – через появу додаткових відбивачів акустичного сигналу ($K_\phi < 1$);
- шорсткості контрольованої поверхні – через зміну умов введення ультразвукових коливань ($K_R < 1$);
- наявності локальних ділянок хімічної і структурної неоднорідності, що мають інші акустичні властивості ($K_H < 1$).

При УЗК значення коефіцієнтів K_{II} , K_c , $K_\delta \rightarrow 1$.

На чутливість і ймовірність виявлення дефектів МПД впливає:

- корозійне руйнування порожнини гирла тріщини – через осадження магнітного порошку в корозійній раковині незалежно від наявності тріщини ($K_K < 1$);
- орієнтація тріщини, тому найкраще її виявлення забезпечується у випадку, коли магнітні силові лінії в намагніченій деталі спрямовані під прямим (або близьким до нього) кутом до площини тріщини ($K_o < 1$);
- геометрія контрольованої ділянки – через можливе утворення полів розсіювання на ділянках зміни форми деталі незалежно від наявності тріщини ($K_\phi < 1$);
- нестабільність магнітних властивостей, що змінює поширення магнітних силових ліній ($K_p < 1$);

- підвищена шорсткість, при якій утворюються множинні локальні поля розсіювання в кореневій частині виступів, а також погіршуються умови стікання магнітної суспензії ($K_\mu < 1$)

Значення коефіцієнтів K_{II} , K_u , K_c і K_δ при використанні МПД наближаються до одиниці.

Для капілярних методів контролю, варто враховувати:

- наявність попереднього заповнення порожнини і корозійного руйнування порожнини гирла тріщини, що впливають на проникнення пенетранту в порожнину дефекту ($K_{II} < 1$) і на якість капілярного контакту виявляючого складу, з гирлом тріщини ($K_K < 1$);
- змінний перетин тріщини, що ускладнює заповнення її порожнини пенетрантом ($K_c < 1$);

– геометрію контрольованої ділянки, у результаті чого змінюються умови видалення проникаючого пенетранту ($K_{\phi} < 1$);

– шорсткість поверхні, що визначає умови видалення проникаючого пенетранту з контрольованої поверхні ($K_R < 1$).

Значення коефіцієнтів K_o , K_m , K_{δ} при використанні КД наближається до одиниці.

У ВСК чутливість і імовірність виявлення дефектів залежить від:

– корозійного руйнування порожнини гирла тріщини – через відмінність геометрії локальної контрольованої ділянки, від геометрії ділянки, по якій виконується настройка приладу ($K_{\kappa} < 1$):

– нестабільності електричних властивостей окремих ділянок деталі, що впливає на величину вихрових струмів ($K_o < 1$):

– нестабільності магнітних властивостей, що викликають зміну поширення вихрових струмів (K_{μ});

– підвищеної шорсткості, через змушене зменшення настроювання порога чутливості приладу ($K_R < 1$).

Значення коефіцієнтів K_{Π} , K_u , K_c , K_o і K_{ϕ} при використанні КД наближаються до одиниці.

Ймовірність виявлення тріщини для перерахованих методів також залежить від її розмірів (розкриття, довжина, для УЗК – мінімальний розмір відбивача) ($K_p < 1$), обмеженою граничною чутливістю методів НК. При експлуатаційному контролі досягнення граничної чутливості всіх методів НК, як правило, малоймовірно ($K_p < 1$) через умови його проведення (досконалість технологій, реальні можливості використаного обладнання, доступність контрольованої ділянки, кваліфікація персоналу, освітленість і т.п.) ($K_T < 1$).

Приведений аналіз залежності K_i для різних методів контролю дозволяє зробити якісну оцінку ефективності методів контролю в залежності від K_i (табл.1), що дозволяє підвищити рівень оптимізації вибору методів контролю в реальних умовах.

Таблиця 1– Вплив властивостей дефекту (тріщини) і стану контрольованої ділянки на її виявлення методами неруйнівного контролю

Параметри	Методи неруйнівного контролю			
	УЗК	МПД	КД	ВСК
1	2	3	4	5
Властивості втомної тріщини				
Заповнення порожнини тріщини K_{Π}	→ 1	→ 1	→ 0	→ 1
Корозійне руйнування порожнини гирла тріщини K_{κ}	→ 1	(0,1)	→ 0	→ 0
Форма стінки тріщини K_u	→ 0	→ 1	→ 1	→ 1
Перемінний перетин тріщини K_c	(0,1)	→ 1	(0,1)	→ 1
Величина розмірів тріщини K_p	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)
Орієнтація тріщини K_o	→ 0		→ 1	→ 1
Стан контрольованої ділянки				
Геометрія контрольованої ділянки K_{ϕ}	→ 0	(0,1)	(0,1)	→ 1
Нестабільність електричних властивостей K_{δ}	→ 1	→ 1	→ 1	→ 0
Нестабільність магнітних властивостей K_m	→ 1	(0,1)	→ 1	(0,1)
Підвищена або різна шорсткість K_R	→ 0	(0,1)	→ 0	(0,1)
Хімічна і структурна неоднорідність K_H	(0,1)	→ 1	→ 1	→ 1

З урахуванням інформації, представленої в таблиці 1, при виборі методів НК та властивостей ймовірних дефектів, їх розмірів, орієнтації і стану контрольованої поверхні повинні виключатися ті з них, у яких серед сукупності коефіцієнтів маються $K_i \rightarrow 0$.

У загальному випадку імовірність виявлення втомних тріщин визначається як добуток коефіцієнтів:

$$P = \prod_{i=1}^n K_i. \quad (1)$$

Оптимальним методом є той, для якого в конкретних умовах отримані найбільші значення P при достатній чутливості. Для підвищення надійності виявлення дефектів рекомендується дублювання контролю декількома методами.

Виконані дослідження показали, що ефективність пошуку утомних тріщин методами НК залежить не стільки від граничної чутливості самих методів, скільки від параметрів дефектів і умов проведення контролю.

Незважаючи на великий обсяг виконаних досліджень, удосконалення конструкцій і технології їх виготовлення з урахуванням закономірності розвитку процесу, руйнування деталей різних механічних систем, що породжено втомою, і в даний час є однією з основних причин, що обмежують термін їх безпечної експлуатації, та обумовлює складність спостереження за розвитком процесу.

Висновки. Одним з найбільш критичних деструктивних процесів для елементів механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд є утомне (корозійно–утомне) ушкодження. З урахуванням фактичної кількості циклів навантаження до реалізації відмов, для значної частини розглянутих елементів, процес можна класифікувати як малоциклову утому.

Система попередження втомних руйнувань елементів механічного обладнання, яка використовується в даний час на судноплавних гідротехнічних спорудженнях, заснована на періодичному виявленні втомних тріщин та не в змозі підвищити свою ефективність без збільшення частоти перевірок і відповідного росту експлуатаційних витрат.

Виявлення утомних тріщин методами неруйнівного контролю залежить не стільки від граничної чутливості самих методів, скільки від параметрів дефектів і умов проведення контролю.

Відомі критерії нерозповсюдження утомних тріщин, при існуючому рівні їх розробки не можуть бути повною мірою використані при оцінці технічного стану механічного обладнання, тому що вимагають наявності інформації про ряд параметрів, оперативне отримання якої є проблематичним при експлуатаційному контролі.

До отримання необхідної інформації, що досить точно визначає динаміку розвитку втомних тріщин, своєчасне виявлення цих тріщин є необхідною умовою ефективності розвитку даних діагностичних систем.

Перспективним напрямком оцінки механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд є застосування фізичних методів неруйнівного контролю, що відрізняються від інших необхідною при діагностиці оперативністю і можливістю виміру напруг від фактичних, а не розрахункових навантажень. Їх застосування для оцінки технічного стану елементів механічного обладнання судноплавних гідротехнічних споруд можливо після проведення лабораторних і експериментальних досліджень та перевірки основних характеристик методів, що підтверджують можливість їх використання в необхідному діапазоні вимірів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузьмицкий М.Л. Оптимизация выбора методов неразрушающего контроля для обнаружения усталостных повреждений элементов механического оборудования / М.Л. Кузьмицкий, Н.М. Ксенофонов // Журнал университета Водных Коммуникаций. – 2017. – № 3 (15). – С. 6–18.

2. Kuz'mitskii M.L. Investigation of the Technical Condition of Miter Gates and Their Lock Support Elements of the Northern Dvina System / M.L. Kuz'mitskii, N.M. Ksenofontov // *Power Technology and Engineering*. – 2017. – 51 (2). – P. 188–193.
3. Кузьмицкий М.Л. Предупреждение разрушения деталей, имеющих усталостные повреждения / М.Л. Кузьмицкий, Г.В. Медведев // *Передовой опыт и новая техника*. – 1982. – Вып. I.
4. Мишин А.С. Оценка действующих напряжений в металлоконструкции нижних двустворчатых ворот судоходных шлюзов / А.С. Мишин // *Журнал университета Водных Коммуникаций*. – 2010. – Вып. 4(8). – С.14–20.
5. Правила технической эксплуатации судоходных гидротехнических сооружений. – М.: Транспорт, 1979. – 56 с.
6. Гапеев, М.А. Системы питания судоходных шлюзов / М.А. Гапеев, В.В. Кононов – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2013. – 268 с.
7. Васильев Г.М. Надежность и долговечность судоходных шлюзов / Г.М. Васильев, В.В.Баланин, М.Л.Кузьмицкий // *Речной транспорт* – 1988 – С.30–33.
8. Кузьмицкий М.Л. Методика оценки фактического риска аварии механического оборудования СГТС (Пояснительная записка). Тема П–02.01 №27–3.01С–00Р. Разработка компьютерной методики оценки фактического риска аварии СГТС. Механическая часть: Отчет о НИР / М.Л. Кузьмицкий. – СПб: Санкт–Петербургский университет водных коммуникаций, 2002 – 46 с.
9. Згуровський М.З. Основи системного аналізу : підручник / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. –К. : Видавнича група BVH, 2017. – 544 с.
10. Теоретичні основи формування та деградації складних організаційно–технічних систем: монографія / Є. Б. Смірнов, В. І. Ткаченко, І. В. Рубан, В. Г. Малюга та ін.– Х.: ФОП Панов А.М., 2018. – 162 с.
11. Ярошек, А.Д. Дослідження зовнішніх шарів деталей машин без руйнування методом вихрових струмів: автореф. дис. канд. тех. наук – Київ, 1999. – 201 с.
12. Романив О.Н. Механика разрушения и прочность материалов: справочное пособие: в 4 т. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов – 4 т. / О.Н. Романив, С.Я. Ярема, Г.Н. Никифорчин, Н.А. Махутов, М.М. Стадник. – К.: Наукова Думка, 2009. – 679 с.
13. Advanced reliability analysis of fatigue cracking in horizontally framed miter gates / Department of the army. U.S. Army Corps of Engineers. –W. : 2010 – 115 p.
14. Commander B.C. Detection of Structural Damage on Miter Gates: Technical Report. REMR–CS–45 / Brett C. Commander, Jeff X. Schulz, George G. Goble. – Bridge Diagnostics: 1994. – 46 p.

REFERENCES

1. Kuz'mitskii, M.L. and Ksenofontov, N.M. (2017), "Optimizatsiya vybora metodov nerazrushayushchego kontrolya dlya obnaruzheniya ustalostnykh povrezhdenii elementov mekhanicheskogo oborudovaniya" [Optimization of the choice of non-destructive testing methods for the detection of fatigue damage to elements of mechanical equipment] *Journal of the University of Water Communications*, No. 3 (15), pp. 6–18.
2. Kuz'mitskii, M.L. and Ksenofontov, N.M. (2017), Investigation of the Technical Condition of Miter Gates and Their Lock Support Elements of the Northern Dvina System, *Power Technology and Engineering*, 51 (2), pp. 188–193.
3. Kuz'mitskii, M.L., Medvedev, G.V. (1982), "Preduprezhdenie razrusheniya detalei, imeyushchikh ustalostnye povrezhdeniya" [Prevention of the destruction of parts with fatigue damage], *Peredovoi opyt i novaya tekhnika*, Vol. I,
4. Mishin, A.S. (2010), "Otsenka deistviyushchikh napryazhenii v metallokonstruktsii nizhnikh dvustvorchatykh vorot sudokhodnykh shlyuzov" [Assessment of current stresses in the metal structures of the lower bivalve gates of shipping locks], *Journal of the University of Water Communications*, Vol. 4 (8), pp. 14–20.

-
5. Pravila tekhnicheskoi ekspluatatsii sudokhodnykh gidrotekhnicheskikh sooruzhenii [Rules for the technical operation of navigable hydraulic structures], Moscow, 1979, 56 p.
 6. Gapeev, M.A. and Kononov, V.V. (2013), "*Sistemy pitaniya sudokhodnykh shlyuzov*" [Shipping Gateway Power Systems], GUMRF imeni admiral S.O. Makarova, St. Petersburg, 268 p.
 7. Vasil'ev, G.M., Balanin, V.V. and Kuz'mitskii M.L. (1988), "Nadezhnost' i dolgovechnost' sudokhodnykh shlyuzov" [Reliability and durability of shipping locks], *Rivertransport*, pp. 30–33.
 8. Kuz'mitskii, M.L. (2002), "*Metodika otsenki fakticheskogo riska avari imekhanicheskogo oborudovaniya SGTS (Poyasnitel'naya zapiska). Tema P–02.01 №27–3.01S–00R. Razrabotka komp'yuternoi metodiki otsenki fakticheskogo riska avarii SGTS. Mekhanicheskaya chast': Otchet o NIR*" [Methodology for assessing the actual risk of an accident of mechanical equipment of the GTS (Explanatory note). Subject P–02.01 No. 27–3.01C–00P. Development of a computer-aided methodology for assessing the actual risk of a GTS accident Mechanical: Research Report], St. Petersburg, 46 s.
 9. Zghurovskiy, M.Z. and Pankratova, N.D. (2017), "*Osnovy systemnoho analizu :pidruchnyk*" [Basics of system analysis: a textbook], Kyiv, 544 s.
 10. Smirnov, Ye. B., Tkachenko, V. I., Ruban, I. V. and Maliuha, V. H. (2018), "*Teoretychni osnovy formuvannia ta dehradatsii skladnykh orhanizatsiino–tekhnichnykh system: monohrafiia*" [Theoretical basis for the formation and degradation of folding organizational systems: monograph], Kharkiv, 162 p.
 11. Yaroshek, A.D. (1999), Investigation of the outer layers of machine parts with out the destruction of the eddycurrent method, Abstract of Ph.D. dissertation, Kyiv, Ukraine.
 12. Romaniv, O.N., Yarema, S.Ya., Nikiforchin, G.N., Makhutov, N.A. Mekhanika, Stadnik, M.M. (2009), "*Mekhanika razrusheniya i prochnost' materialov :spravochnoe posobie: v 4 t. Ustalost' i tsiklicheskaya treshchinostoikost' konstruksionnykh materialov – 4 t.*" [Fracture mechanics and strength of materials: reference guide: 4 tomes. Fatigue and cyclic crack resistance of structural materials – 4 tomes], Kyiv, 679 s.
 13. "Advanced reliability analysis of fatigue cracking in horizontally framed miter gates" (2010), Department of the army. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, 115 p.
 14. Commander, B.C., Schulz, J.X., Goble G.G. (1994), "Detection of Structural Damage on Miter Gates: Technical Report. REMR–CS–45", *Bridge Diagnostics*, 46 p.

Демьяненко С.К., Якусевич Ю.Г., Гимпель Р.М., Дорофеева З.Я.
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Приоритетной задачей при техническом обслуживании (эксплуатации) механического оборудования является обеспечение его безотказной работы.

В статье механическое оборудование судоходных гидротехнических сооружений рассматривается как элемент системы более высокого порядка. Вероятными причинами развития деструктивных процессов и повреждений и реализации отказов механического оборудования судоходных гидротехнических сооружений в работе приняты: конструктивные, технологические и эксплуатационные. Показано, что реализация одной из перечисленных причин наиболее вероятна на определенных условных этапах эксплуатации механического оборудования судоходных гидротехнических сооружений в зависимости от сроков его эксплуатации.

В статье предложена структура методов неразрушающего контроля при оценке состояния механического оборудования судоходных гидротехнических сооружений.

Отмечено, что фактическая чувствительность методов неразрушающего контроля (минимальный размер дефекта, который обнаруживается) в условиях эксплуатационного контроля существенно отличается от предельных значений, указанных в нормативных документах и зависит от параметров дефектов и условий проведения диагностических операций.

Показано, что одним из основных условий своевременного выявления усталостных повреждений в эксплуатационных условиях является рациональный выбор метода

определения изменения технического состояния, который соединяет возможность реализации его физических принципов в условиях проведения операции с учетом параметров дефектов и динамики деградационного процесса. Доказано, что рациональный выбор методов для выявления усталостных трещин может быть сделан только с учетом основных параметров реальных дефектов, их расположения и условий проведения контроля, влияние которых на чувствительность и вероятность оценивается совокупностью коэффициентов.

Предложены коэффициенты, учитывающие параметры дефектов и условия проведения контроля. Исследовано влияние свойств дефекта (трещины) и состояния контролируемого участка на его обнаружение методами неразрушающего контроля.

Сделан вывод, что эффективность поиска усталостных трещин методами неразрушающего контроля зависит не столько от предельной чувствительности самих методов, сколько от параметров дефектов и условий проведения контроля.

Ключевые слова: усталостное повреждение, дефект, метод, механическое оборудование, неразрушающий контроль, судоходная гидротехническое сооружение.

Demyanenko S., Yakusevich Yu., Gimpel R., Dorofeeva Z.

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING CHANGES IN THE TECHNICAL CONDITION OF ELEMENTS OF MECHANICAL EQUIPMENT OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES

The priority task in the maintenance (operation) of mechanical equipment is to ensure its trouble-free operation.

In the article, the mechanical equipment of navigable hydraulic structures is considered as an element of a higher order system. The likely reasons for the development of destructive processes and damage and the failure of mechanical equipment of navigable hydraulic structures in the work accepted: structural, technological and operational. It is shown that the implementation of one of the listed reasons is most likely at certain conditional stages of operation of mechanical equipment of navigable hydraulic structures, depending on the terms of its operation.

The article proposes a structure of non-destructive testing methods for assessing the state of mechanical equipment of navigable hydraulic structures.

It is noted that the actual sensitivity of non-destructive testing methods (the minimum size of a defect that is detected) under operational control conditions differs significantly from the limit values specified in regulatory documents and depends on the parameters of the defects and the conditions for the diagnostic operations.

It is shown that one of the main conditions for the timely detection of fatigue damage under operational conditions is a rational choice of a method for determining changes in the technical condition, which combines the possibility of realizing its physical principles under the conditions of an operation taking into account the parameters of defects and the dynamics of the degradation process. It is proved that a rational choice of methods for identifying fatigue cracks can be made only taking into account the main parameters of real defects, their location and control conditions, the impact of which on sensitivity and probability is estimated by a combination of factors.

Coefficients are proposed that take into account defect parameters and control conditions. The influence of the properties of the defect (crack) and the state of the controlled area on its detection by non-destructive testing methods is investigated.

It is concluded that the effectiveness of the search for fatigue cracks by non-destructive testing methods depends not only on the ultimate sensitivity of the methods themselves, but on the parameters of the defects and the conditions for the control.

Keywords: fatigue damage, defect, method, mechanical equipment, non-destructive testing, navigable hydraulic structure.

Охріменко О.В

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

Розглянуто аналіз засобів обробки навігаційних даних у системах відстеження рухомих об'єктів, а саме розглянуто метод який підвищує точність вимірювання координат, це алгоритм фільтрації Каймана. Значною мірою це стосується різних рухомих об'єктів - організації руху повітряного, морського, річкового, автомобільного й залізничного транспорту, а також використання сучасних супутникових навігаційних систем у суміжних областях, таких як геодезія й картографія, землевпорядження, моніторинг земної поверхні. Розглянуто Алгоритм фільтрації Калмана – послідовний рекурсивний алгоритм, який використовує прийняту модель динамічної системи для отримання оцінки, що може бути істотно скоригована в результаті аналізу кожної нової вибірки вимірювань у часовій послідовності. Це рекурентний метод, який можна віднести за своїм алгоритмом до метода заміщення. Алгоритм фільтрації Калмана застосовується в процесі управління багатьма складними динамічними системами, так як це математичний апарат, який дозволяє згладжувати дані на льоту, не накопичуючи їх для аналізу. При управлінні динамічною системою, перш за все, необхідно повністю знати її фазовий стан в кожен момент часу, але виміряти всі змінні, якими необхідно управляти, не завжди можливо, і в цих випадках фільтр Калмана є тим засобом, який дозволяє відновити відсутню інформацію за допомогою наявних неточних (зашумлених) вимірювань.

Ключові слова: супутникові навігаційні системи, методи обробки навігаційних даних, точність вимірювання координат, метод Калмана.

Постановка проблеми. За останні півтора десяти років став доступним для використання значний потенціал Глобальної системи визначення місцеположення (GPS), призначеної для навігації та визначення координат різних об'єктів, для наукових та прикладних досліджень. Головними факторами бурхливого розвитку GPS є її всепогодність, оперативність, висока вартість. До цього слід додати, що конфігурація орбіт GPS-супутників дозволяє практично з будь-якої точки земної поверхні приймати сигнали щонайменше від чотирьох супутників, а як показує практика спостережень їх число коливається від п'яти до десяти. Існує ряд факторів, які впливають на точність вимірювання та достовірність отриманої інформації. Мета роботи- дослідити метод Калмана обробки навігаційних даних з метою підвищення точності визначення місцезнаходження рухомого об'єкта та достовірності отриманої інформації.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день у відкритих джерелах інформації відомостей про алгоритми й методику комплексної попередньої оцінки точнісних характеристик GNSS, стосовно до рухомих об'єктів, не виявлено. Проте, слід зазначити, що рядом компаній офіційно поширюються програмні продукти прогнозування точнісних характеристик GNSS. Наприклад, Побудова GPS-мереж вимагає врахування специфіки GPS-технологій. До них слід віднести: залежність точності визначення компонент векторів від їх довжини та тривалості GPS-вимірювань [1,2]. Посібники практичного застосування GPS-технологій, мають суттєві розбіжності щодо рекомендацій із тривалості спостережень на векторах із довжинами у межах 10-50 км. Крім цього ці рекомендації не завжди чітко визначені і достовірні. У технічних паспортах GPS приймачів для векторів довжиною до 10-20 км, зазвичай, наводяться регресійні залежності точності виміру векторів від їхньої

довжини. Однак вони не враховують тривалості спостережень, та факторів які можуть впливати на похибку позиціонування, не завжди спираються на методи ,які запропоновані. Тому в цій роботі, було поставлено мету ,розглянути метод Калмана, які на думку автора дають найбільш точний результат вимірювання.

Мета дослідження. Основною метою дослідження є методи обробки навігаційних даних у системах у системах відстеження рухомих об'єктів, а саме розглянуто метод який підвищує точність вимірювання координат, це алгоритм фільтрації Калмана.

Основний матеріал дослідження. Фактори, які впливають на похибку позиціонування координат і методи, які підвищують точність вимірювання координат. Проаналізуємо фактори, які впливають на похибку позиціонування. Основними джерелами помилок, що вносять похибки в обчислення точності навігаційних повідомлень у системі GPS.

тропосферні затримки сигналу – величина похибки безпосередньо залежить від метеорологічних параметрів (тиск, вологість, температура,), а також від висоти супутника над горизонтом. Компенсація тропосферних затримок проводиться шляхом розрахунку математичної моделі цього шару атмосфери. Значення похибок не перевищують 30 м [3,4];

похибка визначення відстані до супутника – помилка не корельована з іншими видами похибок. Її величина не перевищує 10 м;

ефемеридна похибка – помилки обумовлені розбіжністю між фактичним положенням супутника і його розрахунковим положенням. Значення похибки зазвичай не більше 3 м. [5,6];

помилки обчислення орбіт – з'являються внаслідок неточностей прогнозу і розрахунку ефемерид супутників, виконуваних в апаратурі приймача. Похибка призводить до помилки вимірювання координат близько 1-2 м [7, 8];

похибка неточного визначення часу – призводить до виникнення систематичної помилки визначення координат близько 0.6 м. Усувається за допомогою встановлення сервера точного часу на приймачі;

інструментальна помилка приймача – зумовлена наявністю шумів в електронному тракці приймача. Відношення сигнал/шум приймача визначає точність процедури порівняння, прийнятого від супутника і опорного сигналу, тобто похибка обчислення псевдодальності. Призводить до виникнення координатної помилки порядку 1.2 м [9,10];

багатопроменевий прийом – з'являється в результаті вторинних відображень сигналу супутника від великих перешкод, розташованих в безпосередній близькості від приймача. Виникає явище інтерференції і вимірювана відстань виявляється більше дійсної. Найкращим способом боротьби вважається раціональне розміщення антени приймача щодо перешкод;

геометричне розташування супутників – при обчисленні сумарної помилки необхідно врахувати взаємне положення приймача і супутників. Для цього вводиться спеціальний коефіцієнт геометричного зниження точності GDOP (Geometric Dilution Of Precision), на який необхідно помножити всі перераховані вище помилки, щоб отримати результуючу помилку. Вона обернено пропорційна обсягу фігури, яка буде утворена, якщо провести поодинокі вектори від приймача до супутників. Велике значення GDOP свідчить про невіддале розташування сателіта і велике значення помилки [10].

Розглянемо методи, які підвищують точність вимірювання.

1. **Метод зіставлення (Messmethode mit direktem Vergleich)**- метод прямого вимірювання з одноразовим порівнянням вимірюваної величини з усіма вихідними величинами багатозначної нерегульованої міри. Приклади 1. Вимірювання довжини лінійкою з поділками. 2. Вимірювання інтервалу часу годинником.

2. **Метод одного збігу** - метод прямого вимірювання з одноразовим порівнянням вихідних величин двох багатозначних нерегульованих мір, з різними за значеннями ступенями, нульові позначки яких зсунуті між собою на вимірювану величину.

Приклади: вимірювання довжини за допомогою двох лінійок з поділками, ціни яких знаходяться в певному відношенні (штангенциркуль); вимірювання часу за допомогою двох

послідовностей періодичних імпульсів, періоди яких знаходяться в певному відомому відношенні.

Метод збігу полягає в тому, що різниця між ефектами, які викликані діями вимірюваної і зразкової величини, визначається за збігом шкал або періодичних сигналів. (Приклади: вимірювання довжини штангенциркулем з ноніусом та частоти стробоскопом).

3. **Метод подвійного збігу (метод коінциденції, *Koinzidenzmessmethode*)** - метод прямого вимірювання з одноразовим порівнянням двох квантованих фізичних величин: вимірюваної та відтворюваної багатозначною нерегульованою мірою.

Приклади: вимірювання зі стикованих інтервалів часу за допомогою послідовності періодичних імпульсів з відомим значенням їх періоду; вимірювання зі стикованих відрізків довжини за допомогою лінійки з відомим значенням поділок.

4. **Метод зрівноваження з регульованою мірою (*Nullmessmethode*)** - метод прямого вимірювання з багаторазовим порівнянням вимірюваної величини та величини, що відтворюється мірою, яка регулюється, до їх повного зрівноваження. Приклад Вимірювання електричної напруги компенсатором; зважування на рівноплечих терезах (метод протиставлення).

Цей метод ще має назву - нульовий метод вимірювання, бо відрізняється тим, що результуючий ефект дії вимірюваної X і зразкової X_3 величин на пристрій порівняння доводять до нуля.

5. **Диференціальний метод (різницевий метод, *Differentielle Messung*)** - метод вимірювання, за яким невелика різниця між вимірюваною величиною та вихідною величиною одноканальної міри вимірюється відповідним засобом вимірювання. Диференціальний метод вимірювань - метод вимірювань, за якого вимірювана величина порівнюється з однорідною величиною, що має відоме значення, незначно відрізняється від вимірюваної величини, при якому вимірюється різниця між цими двома значеннями.

6. **Метод заміщення (*Substitutions-Messmethode*)** - метод непрямого вимірювання з багаторазовим порівнянням до повного зрівноваження вихідних величин вимірювального перетворювача з почерговим перетворенням ним вимірюваної величини та вихідної величини регульованої міри.

7. **Метод заміщення** - метод вимірювань, при якому ефект дії вимірюваної величини на пристрій порівняння (компаратор, вимірювальний прилад) запам'ятовується, а потім відновлюється дією на нього зразкової величини. Приклад - вимірювання опору неточною мостовою схемою з застосуванням заміщуючого магазину опору. З визначень диференціального і нульового методів вимірювань випливає, що вони є окремими випадками інших методів порівняння з мірою, причому кожний з них визначається ступенем повноти реалізації цих методів. Нульовий метод має місце при повній компенсації, повному протиставленні, заміщенні чи збігу (в межах можливостей компаратора), а диференціальний - при неповній реалізації цих методів.

8. **Компенсаційний метод** вимірювань полягав в тому, що на вході пристрою порівняння (компаратора) одночасно діють дві величини - полярна або векторна вимірювана і такої ж фізичної природи зразкова величина, розмір якої відтворюється мірою, а співвідношення між їх розмірами визначається за вихідним сигналом пристрою порівняння. Приклад - вимірювання напруги постійного струну за допомогою компенсатора шляхом її порівняння з ЕРС нормального елемента [4, 5]. На прикладі розглянемо метод, який підвищує точність вимірювання.

Метод, який підвищує точність вимірювань (метод Калмана)

Алгоритм фільтрації Калмана – послідовний рекурсивний алгоритм, який використовує прийнятну модель динамічної системи для отримання оцінки, що може бути істотно скоригована в результаті аналізу кожної нової вибірки вимірювань у часовій послідовності [1, 2]. Це рекурентний метод, який можна віднести за своїм алгоритмом до метода заміщення. Цей алгоритм застосовується в процесі управління багатьма складними динамічними системами, так як це математичний апарат, який дозволяє згладжувати дані на льоту, не

накопичуючи їх для аналізу. При управлінні динамічною системою, перш за все, необхідно повністю знати її фазовий стан в кожен момент часу. Але виміряти всі змінні, якими необхідно управляти, не завжди можливо, і в цих випадках фільтр Калмана є тим засобом, який дозволяє відновити відсутню інформацію за допомогою наявних неточних (зашумлених) вимірювань [3].

Також даний метод фільтрації використовується для обробки даних від датчиків і будь-яких пристроїв. Як правило, такі показники схильні до шумів і відхилень, їх потрібно відсікати. Алгоритм фільтрації Калмана дозволяє відкидати піки(викиди) [2] і бачити усереднену, найімовірнішу картину процесу.

По-перше, фільтр Калмана є алгоритмом оптимальної рекурсивної обробки даних. Існує безліч способів визначення оптимальних засобів, що залежать від критеріїв, обраних для оцінки ефективності. Одним з аспектів оптимальності є те, що фільтр Калмана включає всю інформацію, яка може бути надана йому. Він обробляє всі дані доступні для виміру, незалежно від їх точності, для оцінки поточного значення змінних, що представляють інтерес, з використанням:

знання динаміки системи і вимірювального пристрою;

статистичний опис системних шумів, помилок вимірювань і невизначеності в моделях динаміки і будь-яку доступну інформацію про вихідних умовах цікавлять змінних [7,8]

На (рис. 1) зображена типова ситуація, при якій фільтр Калмана може бути використаний безпосередньо. Деяка система управляється деякими відомими елементами управління, а вимірювальні пристрої забезпечують цінність певних відповідних величин. Знання цих системних входів і виходів – це все, що явно є з фізичної системи для цілей оцінки.

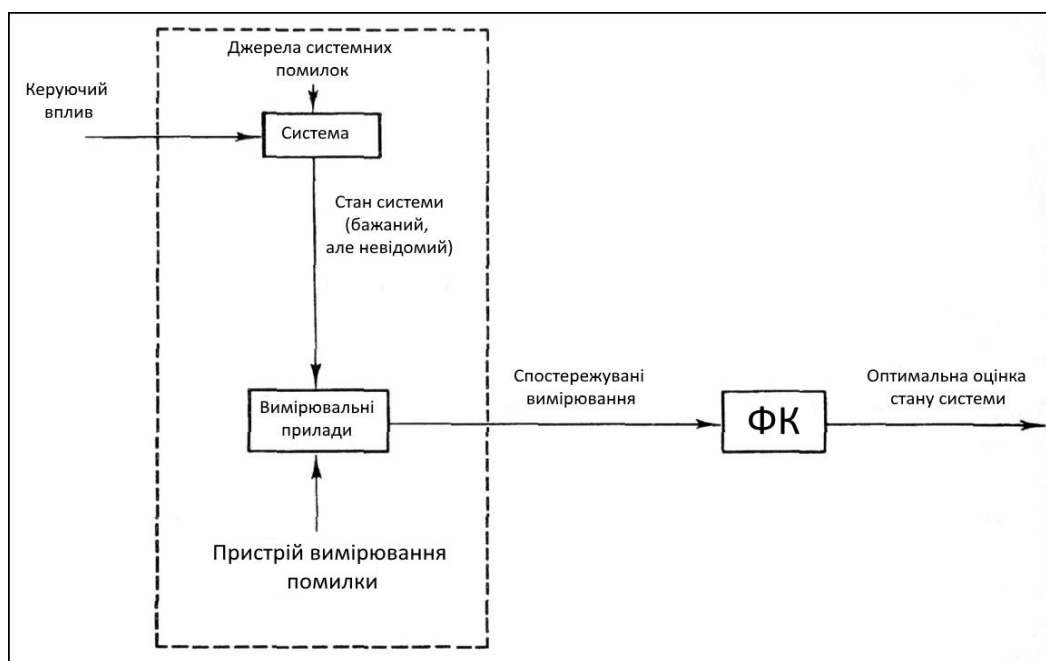


Рис. 1 . Типове застосування фільтра Калмана

Також даний метод фільтрації використовується для обробки даних від датчиків і будь-яких пристроїв. Як правило, такі показники схильні до шумів і відхилень, їх потрібно відсікати. Алгоритм фільтрації Калмана дозволяє відкидати піки(викиди) [2] і бачити усереднену, найімовірнішу картину процесу.

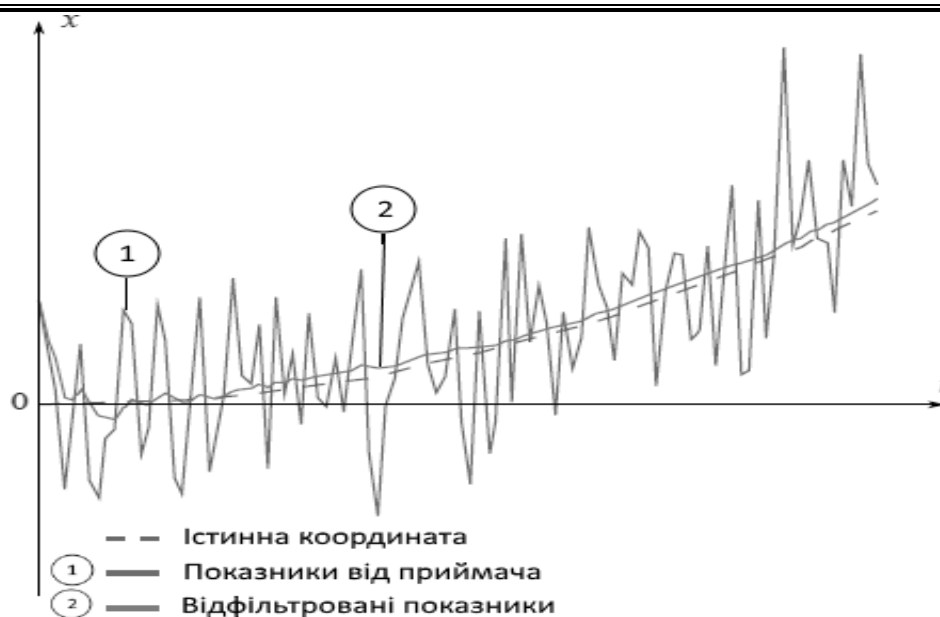


Рис.2. Дані, отримані з імітаційного GPS приймача

На (рис. 2) зображено дані, отримані з імітаційного GPS приймача. Використання фільтра Калмана дає можливість задати апіорну інформацію про характер системи, зв'язку змінних і на підставі цього будувати більш точну оцінку, завдяки тому що він дозволяє окремо враховувати похибки вимірювань і похибки випадкового процесу.

Однак для оцінки місцезнаходження на пристроях Android загальна теорія зводиться до іншої форми. Провайдери розташування Android надають місцезнаходження у вигляді широти і довготи разом з точністю, яка визначається як єдине число, виміряне в метрах. Реалізація рішення передбачає, що найкраща оцінка поточного місцезнаходження є останнім відомим місцем розташування, і якщо об'єкт перебуває у русі, то можливо використовувати приймачі Android пристрою для отримання більш точної оцінки [9, 10].

По-перше, фільтр Калмана є алгоритмом оптимальної рекурсивної обробки даних. Існує безліч способів визначення оптимальних засобів, що залежать від критеріїв, обраних для оцінки ефективності. Одним з аспектів оптимальності є те, що фільтр Калмана включає всю інформацію, яка може бути надана йому. Він обробляє всі дані доступні для виміру, незалежно від їх точності, для оцінки поточного значення змінних, що представляють інтерес, з використанням.

Висновки.

1. У статті проведено аналіз методів вимірювання обробки навігаційних даних з метою підвищення точності визначення місцезнаходження рухомого об'єкта та достовірності отриманої інформації.

2. Проаналізовано основні джерела помилок, що вносять похибки в обчислення точності навігаційних повідомлень у системі GPS.

3. Показано та визначено основні джерела похибок, які впливають на точність навігаційних обчислень в GPS системах.

4. Розглянуто метод фільтрації Калмана, як один із сучасних методів фільтрації геолокаційних даних.

5. Фільтрацію доцільно проводити спочатку на джерелі даних, а потім на споживачі інформації. Попередня фільтрація дозволяє позбутися від надлишкових і помилкових даних, тим самим знизивши навантаження на канал передачі даних. Остаточну фільтрацію необхідно виконувати на високопродуктивних системах з метою отримання максимально ефективної фільтрації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Как работает GPS, принципы работы GPS [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.tracker.co.ua/gps_work.html (дата звернення: 20.05.2018)– Назва з екрану.
2. Welch G., Bishop G. An Introduction to the Kalman Filter: Tech. Rep. TR- 95-041. [Электронный ресурс] – Режим доступа https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf. (дата звернення: 20.05.2018)– Назва з екрану.
3. Савчук С.Г. Експериментальні дослідження точності визначення координат методом RTK з використанням GPRS INTERNET з'єднання / С.Г. Савчук, А.В. Задемленюк, А.Я. Піскорівський // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Вип. I (17). 2009. Львів – 2009., - С.58-69.
4. Задемленюк А.В. Дослідження впливу похибок на супутникові вимірювання в RTK режимі / А.В. Задемленюк // Геодезія, картографія і аерофотознімання / Вип. 73. 2010. Львів – 2010. – С. 25-33.
5. Задемленюк А.В. Результати експериментальних досліджень точності визначення координат та практичне застосування RTK-технології з використанням GPRS Internet з'єднання / А.В. Задемленюк // Геодезія, архітектура та будівництво. – Вип. 2. – Львів, 2009. - С.130-133
6. Задемленюк А.В. Дослідження похибок супутникових вимірювань в RTK режимі / А.В. Задемленюк // Нові технології в геодезії та землевпорядкуванні. Вип. 5. – Ужгород, 2010. – С.90-93.
7. Гоффман-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцезнаходження (GPS): Теорія і практика /Пер. з англ. – К.: Наукова думка, 1996. – 392 с.
8. Вихров Н.М., Каторин Ю.Ф. О безопасности инфраструктуры водного транспорта // Морской вестник, 2014 № 4 (52) .С.99-102.
9. Вайгандт Н.Ю., Нырко А.П. Повышение точности навигационных систем водного транспорта при помощи технологии референчных станций // IT: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА материалы науч.-техн.конф 2013, СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О.Макарова, 2013. С.64-69.
10. Н.Т.Дехтярук, В.М.Черевик, О.В.Охріменко . Аналіз похибок позиціонування наземних об'єктів засобами супутникової навігації. Зв'язок Наукове видання. Державний університет телекомунікацій.-Київ, 2019 №5 стр. 3-7

REFERENCES

1. How GPS works, GPS principles [Online resource] - Access mode: www.tracker.co.ua/gps_work.html (accessed: 05/20/2018) - Screen name.
2. Welch G., Bishop G. An Introduction to the Kalman Filter: Tech. Rep. TR- 95-041. [Online resource] - Access mode https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf. (accessed: 05/20/2018) - Screen title.
3. Savchuk SG Experimental studies of RTK accuracy using GPRS INTERNET connection / SG Savchuk, A.V. Zademlenyuk, A.Ya. Piskorovsky // Modern achievements of geodetic science and production. No. And (17). 2009. Lviv - 2009., P.58-69.
4. Zademlenyuk AV Investigation of the effect of errors on satellite measurements in RTK mode / A.V. Zademlenyuk // Geodesy, Cartography and Aerial Photography / Iss. 73. 2010. Lviv - 2010. - P. 25-33.
5. Zademlenyuk AV Results of experimental studies of coordinate accuracy and practical application of RTK technology using GPRS Internet connection / AV Zademlenyuk // Geodesy, architecture and construction. - No. 2. - Lviv, 2009. - C.130-133

-
6. Zademlenyuk AV Research of errors of satellite measurements in RTK mode / A.V. Zademlenyuk // New technologies in geodesy and land management. No. 5. - Uzhgorod, 2010. - C.90-93.
 7. Goffman-Wellenhof B., Lichtenegger G., Collins D. Global Positioning System (GPS): Theory and Practice / Trans. from English. - K.: Scientific Thought, 1996. - 392 p.
 8. Vihrov NM, Katorin Yu.F. On the safety of water transport infrastructure // Maritime Bulletin, 2014 № 4 (52) .C.99-102.
 9. Vaygandt N.Yu., Nyrkov A.P. Improving the accuracy of navigation systems of water transport using the technology of reference stations // IT: Yesterday, TODAY, TOMORROW materials scientifically-technical conf. O. Makarov, 2013.C.64-69.
 10. NTDehtyaryuk, VM Cherevik, OV Okhrimenko Analysis of errors of positioning of terrestrial objects by means of satellite navigation. Communication Scientific Edition. State University of Telecommunications.-Kiev, 2019 №5 pp. 3-7

Okhrimenko O.V.

METHODS TO IMPROVE THE ACCURACY OF POSITIONING OBJECTS BY MEANS OF SATELLITE NAVIGATION

The analysis of the processing navigation data in the tracking systems of moving objects, namely the method which increases the accuracy of measurement of coordinates, the algorithm of the Kalman filter. To a large extent this applies to various moving objects-the movement of air, sea, river, automobile and railway transport, as well as the use of modern satellite navigation systems in related fields, such as geodesy and cartography, land management, monitoring of the earth's surface. The algorithm of the Kalman filtering sequential recursive algorithm using the adopted model of the dynamic system to estimate, which may be significantly adjusted as a result of the analysis of each new sample measurements in time order. It is a recurring method that you can carry on the algorithm to the method of substitution. The algorithm of Kalman filter is used in the management of many complex dynamic systems, as this mathematical apparatus, which allows to smooth the data on the fly, not accumulating them for analysis. When controlling a dynamic system, it is first necessary to completely know the phase state at each point in time, but to measure all the variables that you want to manage is not always possible and in these cases the Kalman filter is a tool that allows you to restore missing information with the available inexact (noisy measurements).

Keywords: *satellite navigation systems, methods of processing the navigation data, the accuracy of measuring coordinates, the method of Kalman.*

Дорошева А.О., Байрамова О.В., Урум Н.С., Медведева О.Ю.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МЕТОД ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ПАЛИВО В ТРАНСПОРТНИХ КОМПАНІЯХ

Задача з мінімізації витрат на паливо стає першочерговою в системі управління витратами транспортних компаній. В статті розглянуті такі методичні принципи планування в суднохідній компанії, як збалансованість, ефективність, варіантність, оптимальність, ієрархічність, динамічність, та планомірність. Доведено необхідність впровадження адаптивної трьохрівневої системи планування: навігаційного, оперативного та рейсового рівнів. Розглянуто структуру витрат суднохідної компанії. Показано, що близько третини витрат у транспортних компаніях відноситься до витрат на паливо. В статті доведено, що існують технічні і організаційні методи зниження витрат на паливо в транспортних компаніях. Організаційні методи пов'язані зі змінами в процесі планування витрат в цілому. Показано, що на сьогоднішній день при плануванні потреби палива в судноплавних компаніях установлюються норми витрати палива, виходячи з даних минулої навігації (з корегуванням на зміни обсягу роботи-вантажообігу). Запропоновано для планування витрат на паливо використовувати функціональне та імітаційне моделювання. Функціональне моделювання допускає опис процесу планування у вигляді чітко структурованих взаємозалежних функцій. При імітаційному моделюванні розглядається процес планування з урахуванням впливу різних зовнішніх і внутрішніх умов, з аналізом динамічних характеристик зміни процесу і з оцінкою ефективності розподілу ресурсів. Використання різних видів моделювання дозволяє сконцентрувати увагу на визначених характеристиках процесу моделювання. З метою підвищення якості планування витрат на паливо запропоновано використовувати метод моделювання бізнес-процесів, в основі якого лежить опис процесу через дії. Процесний підхід до планування витрат на паливо дозволяє вибудувати логічний взаємозв'язок всіх елементів, властивий процесу планування від початку до його завершення. Наведено існуючий бізнес-процес та розроблено удосконалений бізнес-процес планування.

Ключові слова: *бізнес-процеси, витрати на паливо, організаційні методи, принципи планування, процесний підхід, транспортна компанія.*

Постановка проблеми. Процеси світової глобалізації визначають значне зростання конкуренції у всіх галузях економіки. Застосування ефективних методів управління, побудованих на сучасних принципах та концепціях відповідно до сучасного рівня розвитку науки, техніки і технологій, є безумовною вимогою проведення економічних перетворень в Україні.

Важливим аспектом у розгляді питання побудови ефективної системи менеджменту сучасної організації є питання управління витратами підприємства. Ефективне управління витратами дозволяє мінімізувати їх і забезпечити задану рентабельність підприємства. Рішення завдання управління витратами пов'язується зі створенням системи обліку і контролю, що в підсумку, дає можливість транспортній компанії володіти якісною інформацією про свої витрати і виявити потенційні власні резерви для їх подальшої реалізації.

Водний транспорт України, з огляду на особливості територій, є важливою складовою економіки країни. Внутрішні водні артерії здатні забезпечити перевезення значних вантажів. Особливо важливим водний транспорт стає при транспортуванні сільськогосподарської продукції з внутрішніх районів України до портів півдня (Одеси). Підвищення ефективності діяльності транспортних компаній представляє собою актуальне науково-економічне

завдання, рішення якого повинно значною мірою вплинути на розвиток транспортного комплексу країни.

Задача з мінімізації витрат на паливо стає першочерговою в системі управління витратами транспортних компаній.

Відзначимо, що існуючі методи управління, які застосовуються, і інформаційна база в плануванні витрат транспортної компанії, яка використовується, недостатньо адаптовані до ринкових умов. Так, планування експлуатаційних витрат на паливо ґрунтується тільки на даних про минулу навігацію і не враховує особливості поточної навігації.

Досить обмежено використовуються економіко-математичні методи моделювання, що дозволяють отримати кореляційні залежності факторів, які впливають на витрату палива та визначити напрямки його економії. Низьким залишається і використання сучасних інформаційних технологій, що в умовах їх стрімкого розвитку, робить результати процесу планування свідомо не раціональними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання зменшення витрат на паливо в транспортних компаніях досліджувалися з середини ХХ століття. Основними напрямками дослідження було технічне регулювання руху транспортних засобів, дослідження ефективності пропульсивного комплексу. Відмітимо таких авторів в даних дослідженнях як Є.А. Григорьев [1], Г.В. Захарова [2], Grimmeliuss H. [3], Шимко К.Н. [4], Т.В. Тарасенко [5], Ю.А.Лисняк [6]. Існує ряд робіт які присвячені питанню оперативного планування роботи транспортної компанії (флоту), до яких можна віднести дослідження: А.Ю.Платова [7], В.Н. Тверитина [8], Michalsky, Jan P. [9].

У той же час, комплексного методу планування експлуатаційних витрат на паливо в транспортних компаніях, що дозволило б внести економію засобів, знайдено не було. Відзначені обставини послужили підставою для вибору теми статті та дозволили визначили мету дослідження.

Мета статті є дослідження факторів, що впливають на витрату палива в транспортній компанії, і удосконалення організаційного методу зниження витрат на паливо в транспортних компаніях за рахунок зміни процесу планування.

Викладення основного матеріалу дослідження. У ході економічних реформ, що проводяться в Україні, змінюються і принципи планування, прийняті при командно-адміністративній системі господарювання, хоча основні з них залишаються, незважаючи на зміну форм власності. Частину цих принципів можна знайти в науковій і навчальній літературі. У деяких з них розглядаються питання використання системного підходу в господарському керівництві на транспорті і формулюються основні принципи планування розвитку єдиної транспортної системи. Аналіз даних принципів показує, що більшість з них характерні і для водного транспорту та з деяким корегуванням можуть бути використані в цієї області. Відповідно до особливостей роботи транспортної компанії дані принципи можна охарактеризувати в такий спосіб (рис. 1).

Методологічні принципи визначають наукові підходи до побудови процесу планування в транспортній компанії.

Принцип збалансованості. На балансі транспортної компанії є визначена кількість технічних засобів, що мають різні можливості в експлуатації. У зв'язку з цим плани роботи підприємства повинні враховувати певні обмеження, тобто повинні бути збалансовані потреби відправників вантажу і можливості транспортної компанії. В іншому випадку підприємство або змушене відмовлятися від виконання частини робіт із транспортування вантажів, або залишати визначену кількість флоту на ремонтно-експлуатаційних базах на холодному відстої, не вводячи цей флот в експлуатацію протягом усієї навігації або її частини.



Рисунок 1 – Принципи планування в транспортній компанії

Принцип ефективності. Плани транспортної компанії повинні бути ефективними - доходи від діяльності повинні перевищувати витрати на доставку вантажів при помірних тарифах на перевезення і виконання супровідних робіт. У зв'язку з цим найбільш ефективним способом планування є скорочення експлуатаційних витрат, чому і присвячене дане дослідження.

Принцип варіантності полягає в тому, що задача оптимізації роботи транспортного підприємства і, зокрема технологічного процесу роботи флоту і портів, є різноманітною.

Загальна кількість можливих варіантів використання ресурсів визначається такими параметрами:

- множиною типорозмірів судів і перевантажувальної техніки;
- універсальністю більшості типів флоту, здатністю в одному типі судна перевозити від рейсу до рейсу різні види вантажів;
- множиною варіантів технологій перевезення вантажів і виконання перевантажувальних робіт у пунктах відправлення і призначення;
- змінами умов протягом навігації (глибоководна і мілководна ділянки);
- множиною нормативів використання флоту і перевантажувальної техніки;
- неоднаковими експлуатаційними та економічними показниками роботи флоту різного типу по ділянках його експлуатації і часом використання.

Принцип оптимальності. Аналіз роботи закордонних і вітчизняних транспортних компаній свідчить про те, що у процесі діяльності вирішується порядку трьохсот різних завдань з планування, обліку, контролю та аналізу роботи флоту. Серед планових завдань, що складають 40% загальної кількості, більшість є оптимізаційними, оскільки при їх рішенні необхідно розглядати і порівнювати різні варіанти за попередньо обумовленими критеріями і вибирати той варіант, що забезпечує максимальну ефективність.

Принцип ієрархічності зв'язаний з тим, що планування експлуатаційних витрат транспортної компанії необхідно розглядати з позиції ієрархічної системи.

Принцип динамічності. Транспортний процес є непостійним у часі і просторі. Зміна його стану відображає динамічність функціонування системи. Ця властивість виявляється важливою при плануванні роботи транспортної компанії, оскільки при цьому необхідно враховувати фактор часу. Якщо фактор часу в розрахунках не буде враховуватися, то можна

отримати незадовільний результат через те, що моделі, які описують роботу водного транспорту, неадекватно відображають реальні умови експлуатації флоту і портів.

Реалізація принципів планування в транспортній компанії привела до поняття безперервне планування. Під безперервністю планування розуміється використання єдиної нормативної і методологічної бази для різного горизонту планування експлуатаційних витрат. Безперервне планування вимагає також складання календарного графіка за кожним судном транспортної компанії. Аналіз існуючих і перспективних методів планування експлуатаційних витрат у транспортній компанії показав необхідність впровадження адаптивної трьохрівневої системи планування: навігаційного, оперативного та рейсового рівнів.

Структура витрат суднохідної компанії наведена на рис. 2.

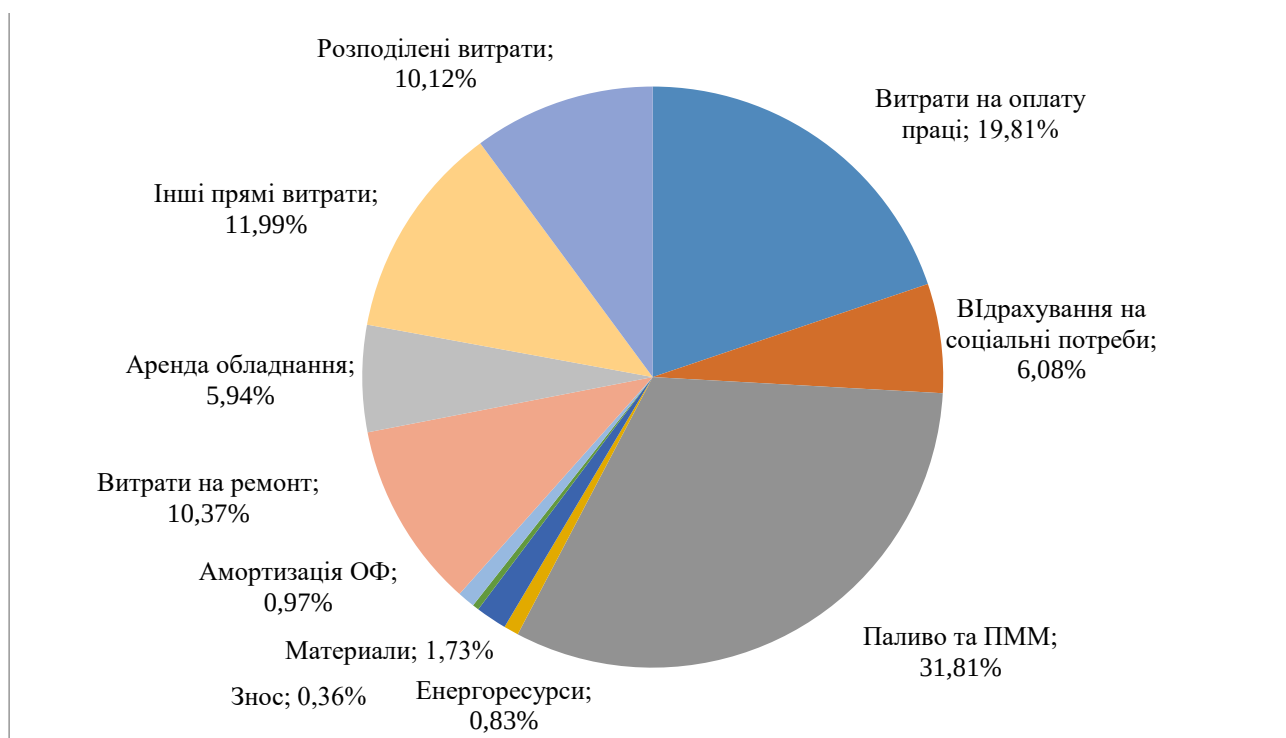


Рисунок 2 – Структура витрат в транспортній компанії

Наведені дані свідчать, що близько третини витрат у транспортній компанії відноситься до витрат на паливо. Необхідно відзначити, що для ведучих світових транспортних компаній, таких як AmericanLine, P&O Ferries, HollandAmericaLine за результатами 2016-2018 рр. у структурі витрат паливо складає від 20 до 30%. Таким чином, можна зробити висновок, що зниження витрат на паливо є важливим завданням підвищення ефективності діяльності і конкурентноздатності сучасних транспортних компаній.

На сьогоднішній день при плануванні потреби палива в судноплавних компаніях установлюються норми витрати палива, виходячи з даних минулої навігації (з корегуванням на зміни обсягу роботи-вантажобігу) [10]

$$V_n = \frac{\left(\sum_{i=1}^n V_{\phi_i} \right) \times \left(\sum_{j=1}^m A_{np_j} \right)}{\sum_{i=1}^n A_{\phi_i}}, \quad (1)$$

де V_n – планова потреба палива на навігацію, тис.т;

V_{ϕ_i} – фактична витрата палива на i -ій лінії перевезення суднохідної компанії за результатами минулої навігації;

A_{np_j} – прогнозний обсяг вантажобігу суднохідної компанії на навігацію на j -ій лінії перевезення, тис.т;

A_{ϕ_i} – фактичний вантажобіг компанії на i -ій лінії перевезення;

n – кількість ліній перевезення в попередню навігацію;

m – кількість ліній перевезення в плановану навігацію.

У загальному випадку $n \neq m$.

З метою підвищення якості планування витрат на паливо використовується метод моделювання бізнес-процесів, в основі якого лежить опис процесу через дії. Процесний підхід до планування витрат на паливо дозволяє вибудувати логічний взаємозв'язок всіх елементів, властивий процесу планування від початку до його завершення. Моделювання повинне враховувати також зовнішні стосовно транспортної компанії процеси, які впливають на кінцевий результат планування. Однак, урахування значної кількості факторів, які впливають на процес планування витрат на паливо, може значно ускладнити модель і утруднити рішення поставленого завдання. Для уникнення надлишкового опису процесу планування рекомендується використовувати різні види моделювання залежно від досліджуваних елементів процесу.

Для планування витрат на паливо доцільно використовувати функціональне та імітаційне моделювання. Функціональне моделювання допускає опис процесу планування у вигляді чітко структурованих взаємозалежних функцій. При імітаційному моделюванні розглядається процес планування з урахуванням впливу різних зовнішніх і внутрішніх умов, з аналізом динамічних характеристик зміни процесу і з оцінкою ефективності розподілу ресурсів. Використання різних видів моделювання дозволяє сконцентрувати увагу на визначених характеристиках процесу моделювання.

Процесний підхід до планування включає кілька послідовних стадій [11]:

а) побудова вихідної моделі (0-ий) рівень, що характеризує в даний час на підприємстві порядок планування. У процесі моделювання визначаються ключові елементи і кордони процесу планування;

б) аналіз вихідної моделі, виявлення протиріч, дублювання дій, взаємозв'язків з іншими процесами. На цій стадії встановлюються необхідність зміни процесу планування і робиться уточнення вихідної моделі (уточнений 0-ий рівень);

в) побудова моделі, що відображає бажаний стан процесу планування, з урахуванням рекомендацій, спрямованих на підвищення його ефективності (1-ий рівень);

г) впровадження розробленої моделі процесу планування витрат на паливо у практику діяльності суднохідної компанії, апробація моделі і внесення необхідних коректувань.

На рис.3 наведена модель процесу планування експлуатаційних витрат на паливо в транспортній компанії (0-ий рівень).



Рисунок 3 – Модель планування експлуатаційних витрат на паливо ("As is")

Очевидно, що модель планування, наведена на рис. 3, має важливу перевагу - простоту розрахунків. Однак, вона не враховує важливих напрямків оптимізації витрати палива як:

а) оптимізація організації судноплавства в компанії шляхом зниження порожнього ходу, відповідність перевезеного вантажу характеристикам судна;

- б) нормування витрати палива не за паспортними даними судна, а по фактичним режимам його роботи і гідрологічним характеристикам суднового ходу;
- в) оцінка ризику прогнозування для коректування плану;
- г) адаптивна зміна плану при істотних змінах прогнозних параметрів плану від заданих.
- При істотних змінах первісних прогнозних параметрів плану робиться коректування моделі процесу планування (адаптивна зміна плану). У цьому випадку, модель планування експлуатаційних витрат буде мати вигляд, зображений на рис.4 (уточнений 0-ий рівень).



Рисунок 4 – Модель планування експлуатаційних витрат на паливо (“To be”)

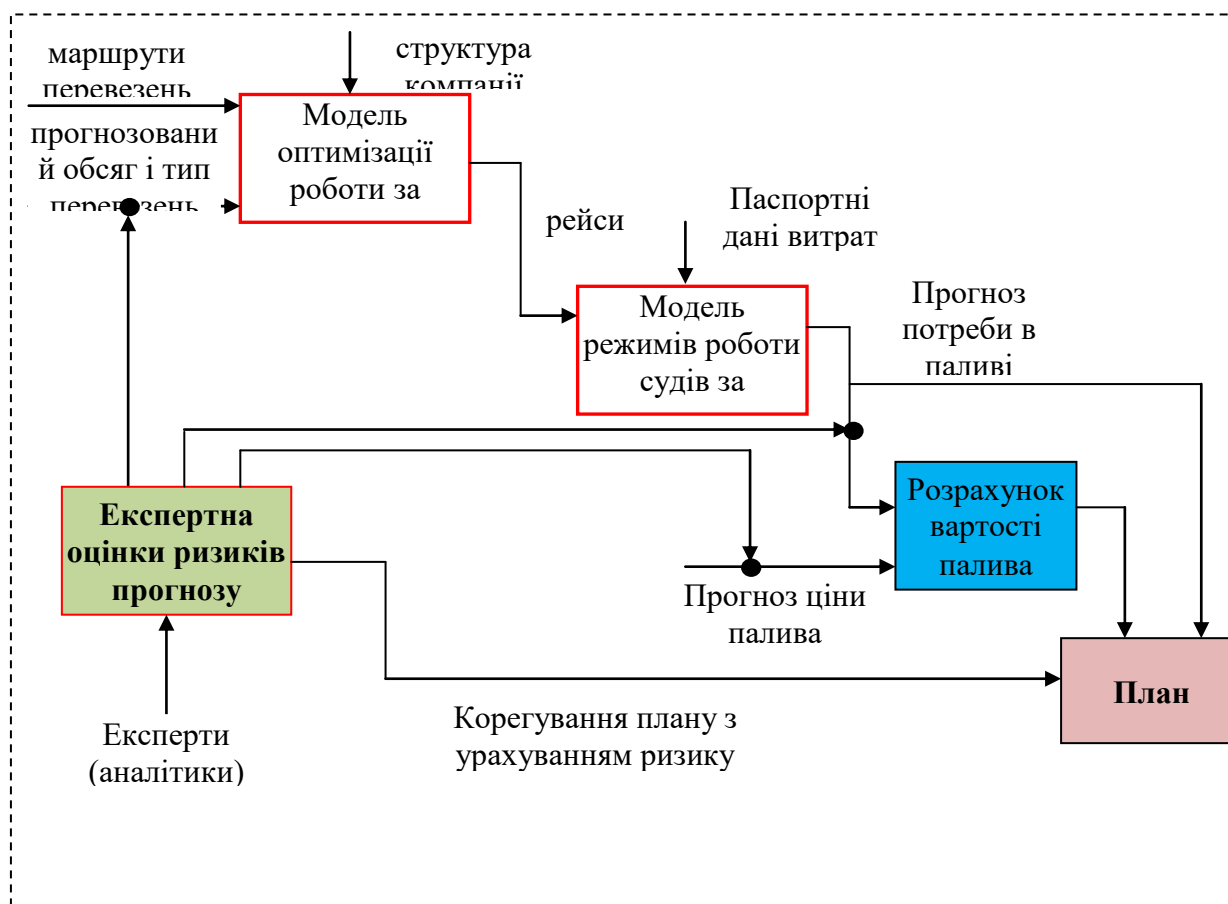


Рисунок 5 – Контекстна діаграма моделі планування експлуатаційних витрат на паливо (розроблена “To be”)

Уточнена (удосконалена) модель планування не використовує (частково використовує) дані минулої навігації, тому входними параметрами для корегування процесу планування витрат на паливо є:

-
- а) структура флоту і перевезень;
 - б) плановані обсяги і маршрути перевезень;
 - в) режими роботи суден для нормування витрати палива;
 - г) експертні оцінки прогнозних ризиків.

Оскільки планування експлуатаційних витрат на паливо є предметом дослідження, зроблена декомпозиція моделі, і на рис. 5 представлена модель 1-го рівня ("To be") з урахуванням рекомендацій з удосконалення процесу планування. Розроблена модель планування експлуатаційних витрат на паливо в транспортній компанії дозволяє знизити ризики планування і прогнозування витрат палива, вибрати оптимальний режим роботи суден суднохідної компанії для зниження витрати палива за рахунок вибору оптимальної швидкості руху на ділянках шляху, внести адаптивність у планування, перейти від планування палива на навігацію до оперативного планування. Отримана модель дозволяє здійснити оперативне планування у формі календарного графіка (замість місячного і навігаційного планування) до кінця навігації за кожним судном окремо, а також за сукупністю основних і допоміжних місць витрат.

Розроблена модель дозволяє оперативно вносити зміни до плану при значних відхиленнях від прогнозу, тобто відсутність фіксації періоду для створення нового плану. Основою такого виду планування – є нормування за кожним із суден компанії. При цьому треба відійти від планування витрат за даними минулої навігації. Процес планування здобуває риси адаптивності (здатності змінюватися, пристосовуюся до нових умов, факторів). Планування виконується не на плановий період (навігацію), а на менші часові інтервали залежно від роботи компанії. Крім цього існуючі резерви зниження витрат на паливо дозволяють вносити оперативні зміни в план.

Висновки. У статті проведено дослідження факторів, що впливають на витрату палива в транспортній компанії. Удосконалено організаційний метод зниження витрат на паливо в транспортних компаніях за рахунок зміни процесу планування. З метою підвищення якості планування витрат на паливо запропоновано використовувати метод моделювання бізнес-процесів, в основі якого лежить опис процесу через дії. Процесний підхід до планування витрат на паливо дозволяє вибудувати логічний взаємозв'язок всіх елементів, властивий процесу планування від початку до його завершення. Розроблена модель планування експлуатаційних витрат на паливо, яка удосконалює бізнес-процес планування.

Подальшими дослідженнями слід вважати розробку комплексних організаційно-технічних методів зниження витрат на паливо у транспортних компаніях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григорьев Е.А. Экономическая оценка ресурсосберегающих технологий работы речных судов: дис. ... канд.экон. наук: 08.00.05 / Григорьев Евгений Алексеевич. – Новосибирск, 2014. – 151 с.
2. Захаров Г.В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок / Г.В. Захаров. – М.: ТрансЛит, 2009. – 256 с.
3. Grimmeliuss, H. Control optimization and load prediction for marine diesel engines using a mean value simulation model, environment and sustainability / H. Grimmeliuss, D. Stapersma // Proceedings of Ensus 2008 conference, Newcastle-upon-Tyne, 2008.
4. Шимко К.Н. Определение скорости движения судов и составов при технико-экономических расчётах / К.Н. Шимко // Труды. Институт комплексных транспортных проблем при Госплане СССР. – 1981. – Вып. 89. – С. 117–140.
5. Підвищення енергоефективності суден при роботі на коротких морських лініях (на прикладі суден з гвинтом регульованого кроку): автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Тетяна Владиславівна Тарасенко; Одес. нац. мор. акад. – Одеса, 2015. – 24 с.
6. Лисняк Ю.А. Повышение эффективности использования топлива на морском флоте / Ю.А. Лисняк. – Севастополь: СевНТУ, 2005. – 38 с.
7. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота на основе оптимального нормирования ходовой операции: монография / А.Ю. Платов. – Н.Новгород: ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009. – 155 с.

-
8. Тверитин В.Н. Способ нормирования рас хода топлива / В.Н. Тверитин //Проблемы транспорта. – 2017. – № 7. – С. 12–13.
 9. Michalsky, Jan P. A method for selection of parameters of shippropulsion system fitted with compromises crew propeller / Jan P. Michalsky // Polish Maritime Research, 4 (54), 2007. – Vol. 14. – P. 3–6.
 10. Инновационные технологии управления бизнес-процессами на транспорте. – М.: Дизайн. Информация. Картография, 2008. – 136 с.
 11. Зуб А.Т. Стратегическое планирование. Системный подход / А.Т.Зуб, М.В Лактионов. – М.: Генезис, 2011. – 848 с.

REFERENCES

1. Grigor'ev, E.A. (2014), *Economic assessment of resource-saving technologies for the operation of river vessels: dissertation*, Novosibirsk, 151 p.
2. Zakharov, G.V. (2009), “*Tekhnicheskaya ekspluatatsiya sudovykh dizel'nykh ustanovok*” [Technical operation of marine diesel engines], Trans Lit, Moscow, 256 p.
3. Grimmeliuss, H. and Stapersma, D. (2008) “Control optimization and load prediction for marine diesel engines using a mean value simulation model, environment and sustainability”, *Ensus 2008, Proceedings of Ensus 2008 conference*, Newcastle-upon-Tyne.
4. Shimko, K.N. (1981), “Opredelenie skorosti dvizheniya sudov i sostavov pri tekhniko-ekonomicheskikh raschetakh” [Determination of the speed of movement of ships and convoys during technical and economic calculations], *Proceedings. Institute of Complex Transport Problems at the State Planning Commission of the USSR*, Vol. 89, pp. 117–140.
5. Tarasenko, T. V. (2015), *Improving the energy efficiency of ships when working on short sea lines (on the example of ships with a variable pitch propeller): Author's thesis*, Odessa, 24 p.
6. Lisnyak, Yu.A. (2005), “*Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya topliva na morskoy flote*” [Improving Navy Fuel Efficiency], SevNTU, Sevastopol, 38 p.
7. Platov, A.Yu. (2009) “*Metody operativnogo planirovaniya raboty rechnogo gruzovogo flota na osnove optimal'nogo normirovaniya khodovoy operatsii: monografiya* ” [Methods of operational planning of the work of the river freight fleet based on the optimal rationing of the running operation: monograph], FGOU VPO «VGAVT», N. Novgorod, 155 p.
8. Tveritin, V.N. (2017), “Sposob normirovaniya raskhoda topliva” [The method of rationing fuel consumption], *Transport issues Problemy transporta*, No. 7, pp. 12–13.
9. Michalsky, Jan P. (2007), “A method for selection of parameters of ship propulsion system fitted with compromise screw propeller “, *Polish Maritime Research*, 4 (54), Vol. 14, pp. 3–6.
10. “*Innovatsionnye tekhnologii upravleniya biznes-protsessami na transporte*” (2008) [Innovative technologies for managing business processes in transport], Dizain. Informatsiya. Kartografiya, Moscow, 136 p.
11. Zub, A.T. and Laktionov, M.V. (2011) “*Strategicheskoe planirovanie. Sistemnyi podkhod*” [Strategic planning. Systems approach], Genezis, Moscow, 848 p.

Дорошева А.А., Байрамова Е.В., Урум Н.С., Медведева Е.Ю.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ТОПЛИВО В ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЯХ

Задача по минимизации затрат на топливо, становится первоочередной в системе управления затратами транспортных компаний. В статье рассмотрены такие методические принципы планирования в судоходной компании, как сбалансированность, эффективность, вариантность, оптимальность, иерархичность, динамичность, и планомерность. Доказана необходимость внедрения адаптивной трехуровневой системы планирования: навигационного, оперативного и рейсового уровней.

Рассмотрена структура расходов судоходной компании. Показано что около трети расходов в транспортных компаниях относится к расходам на топливо. В статье доказано, что существуют технические и организационные методы снижения затрат на топливо в транспортных компаниях. Организационные методы связаны с изменениями в процессе планирования расходов в целом по компании. Показано, что на сегодняшний день

при планировании потребности топлива в судоходных компаниях устанавливаются нормы расхода топлива, исходя из данных прошлой навигации (с корректировкой на изменение объема работы- грузооборота). Предложено для планирования затрат на топливо использовать функциональное и имитационное моделирование.

Функциональное моделирование допускает описание процесса планирования в виде четко структурированных взаимосвязанных функций. При имитационном моделировании рассматривается процесс планирования с учетом влияния различных внешних и внутренних условий, с анализом динамических характеристик изменения процесса и оценки эффективности распределения ресурсов. Использование различных видов моделирования позволяет сконцентрировать внимание на определенных характеристиках процесса моделирования. С целью повышения качества планирования расходов на топливо предложено использовать метод моделирования бизнес-процессов, в основе которого лежит описание процесса через действие. Процессный подход к планированию расходов на топливо позволяет выстроить логическую взаимосвязь всех элементов, присущих процессу планирования, от начала до его завершения. Приведены существующий бизнес-процесс и разработаны усовершенствованный бизнес-процесс планирования.

Ключевые слова: бизнес-процессы, расходы на топливо, организационные методы, принципы планирования, процессный подход, транспортная компания.

Dorosheva A., Bayramova O., Urum N., Medvedeva O.
ORGANIZATIONAL METHOD FOR FUEL COST REDUCTION
IN TRANSPORT COMPANIES

The task of minimizing fuel costs is becoming a priority in the cost management system of transport companies. The article discusses such methodological principles of planning in a shipping company as balance, efficiency, variability, optimality, hierarchy, dynamism, and orderliness. The necessity of introducing an adaptive three-level planning system: navigation, operational and route levels is proved.

The cost structure of the shipping company is considered. It is shown that about a third of expenses in transport companies are related to fuel costs. The article proves that there are technical and organizational methods for reducing fuel costs in transport companies. Organizational methods are associated with changes in the cost planning process for the whole company. It is shown that today, when planning the demand for fuel in shipping companies, fuel consumption standards are established based on data from previous navigation (adjusted for changes in the volume of work-cargo turnover). It is proposed to use functional and simulation modeling for fuel cost planning.

Functional modeling allows the description of the planning process in the form of clearly structured interrelated functions. In simulation modeling, the planning process is considered taking into account the influence of various external and internal conditions, with an analysis of the dynamic characteristics of the process change and an assessment of the efficiency of resource allocation. Using various types of modeling allows you to focus on certain characteristics of the modeling process. In order to improve the quality of fuel cost planning, it is proposed to use the method of modeling business processes, which is based on a description of the process through action. The process approach to planning fuel costs allows you to build a logical relationship between all the elements inherent in the planning process, from the beginning to its completion. The existing business process is presented and an improved business planning process is developed.

Keywords: business processes, fuel costs, organizational methods, planning principles, process approach, transport company.

Іваненко В.М., Чебан В.І., Трішин В.В., Бажак О.В.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Технічна експлуатація водного транспорту є важливим елементом функціонування сучасної транспортної компанії. Застосування нових інформаційних технологій у системі технічної експлуатації водного транспорту є важливим шляхом підвищення її ефективності. Процеси технічної експлуатації та обсяги інформації, які породжуються при цьому досить складні та значні, що вимагає побудови інформаційно-аналітичної системи.

Складність та багатогранність завдань, які вирішуються у транспортній компанії, висуває певні вимоги до інформаційно-аналітичної системи, яка являє собою складну організаційну ієрархічну систему її інформаційного ресурсу.

В статті проведено проектування інформаційного ресурсу інформаційно-аналітичної системи технічної експлуатації водного транспорту. Розглянуті рівні ієрархічної структури інформаційно-аналітичної системи забезпечення технічної експлуатації водного транспорту. Побудована модель інформаційно-аналітичної системи і проведена декомпозиції її завдань.

На верхньому рівні структура інформаційно-аналітичної системи забезпечення технічної експлуатації водного транспорту наведена у вигляді функціональних комплексів: завдань управління використанням судна, завдань управління технічним станом водного транспорту, завдань управління запасами агрегатів і запасних частин, завдань управління виробничою та господарською діяльністю, завдань управління засобами технічного обслуговування, завдань ідентифікації суден та агрегатів. Кожен комплекс є логічним об'єктом і використовується для опису функціональних можливостей інформаційно-аналітичної системи. Обґрунтований склад завдань, узгоджені інформаційні потоки в даній системі.

Доведено, що методи прикладного системного аналізу та компонентний підхід до проектування інформаційних ресурсів інформаційно-аналітичних систем дозволяють упорядкувати і суттєво спростити процес проектування, врахувати конкретні вимоги, провести його оптимізацію структурного та динамічного представлення, закласти необхідні рішення у відповідності із іменованою специфікацією на інформаційний ресурс.

Ключові слова: водний транспорт, декомпозиція, інформаційно-аналітична система, інформаційний ресурс, технічна експлуатація.

Постановка проблеми. Одним з найважливіших подій науки ХХ століття є виникнення кібернетики, яка змінила уяву людства про нові методи пізнання дійсності, тим самим викликавши перегляд багатьох традиційних принципів та понять, що склалися в класичній науковій думці.

Кібернетика представляє собою науковий синтез цілої ланки відносно віддалених один від одного спеціальних дисциплін, чим пояснюється ширина її основних принципів. Важливо підкреслити, що кібернетика нерозривно пов'язана з поняттям “інформація” та “інформаційні технології”, що стали невід'ємною частиною будь-якої сфери людської діяльності в ХХІ столітті.

Однак проникнення інформаційних технологій у науку, промисловість, технологічні процеси, логістику, транспорт та зв'язок викликало виникнення проблеми управління інформацією (інформаційними потоками), яка вирішується застосуванням новітніх (в тому числі інтелектуальних) інформаційних технологій, що поєднують програмні та технічні засоби обробки інформації.

Говорячи про розвиток системи технічної експлуатації флоту, слід відмітити особливу її роль у національній економіці. Стратегічне значення цієї галузі важко переоцінити, тому підвищення ефективності її функціонування, в тому числі і за рахунок впровадження нових інформаційних технологій веде до зростання економічного потенціалу країни. Ефективність функціонування складної інформаційної системи технічної експлуатації водного транспорту залежить від ефективності методів обробки інформації, яка циркулює в даній системі, тому створення ефективних інформаційно-управляючих систем є актуальним науковим завданням.

Метою статті є формування інформаційно-аналітичної системи технічної експлуатації водного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, що представлені в статті ґрунтуються на роботах вітчизняних та закордонних дослідників в галузі проектування інформаційних систем [1–3]. Розробка інформаційно-аналітичної системи є одним з етапів розробки інформаційно-комунікаційної системи організаційної системи. Методологія аналізу та синтезу складних організаційно-технічних систем розкрита в роботі [4]. Підходи до дослідження процесів інформатизації організаційних структур описані в [5]. Слід відмітити, що дослідники вважають управління знаннями [6] та інформаційно-аналітичну діяльність в практиці функціонування складних організаційно-технічних систем важливим напрямком підвищення їх ефективності [7, 8]. Принципи моделювання складних систем наведені в роботах авторів [9, 10].

Викладення основного матеріалу дослідження. Інформаційно-аналітична система забезпечення технічної експлуатації водного транспорту (ІАС ТЕВТ) призначена для оснащення експлуатуючих підприємств з метою інформаційного забезпечення процесів експлуатації і технічного обслуговування водного транспорту. Завданням ІАС ТЕВТ є заміна застарілої паперової технології документообігу на електронну технологією при рішенні завдань управління експлуатацією та технічним обслуговуванням на експлуатаційному підприємстві. Структурна схема ІАС ТЕВТ наведена на рис. 1.

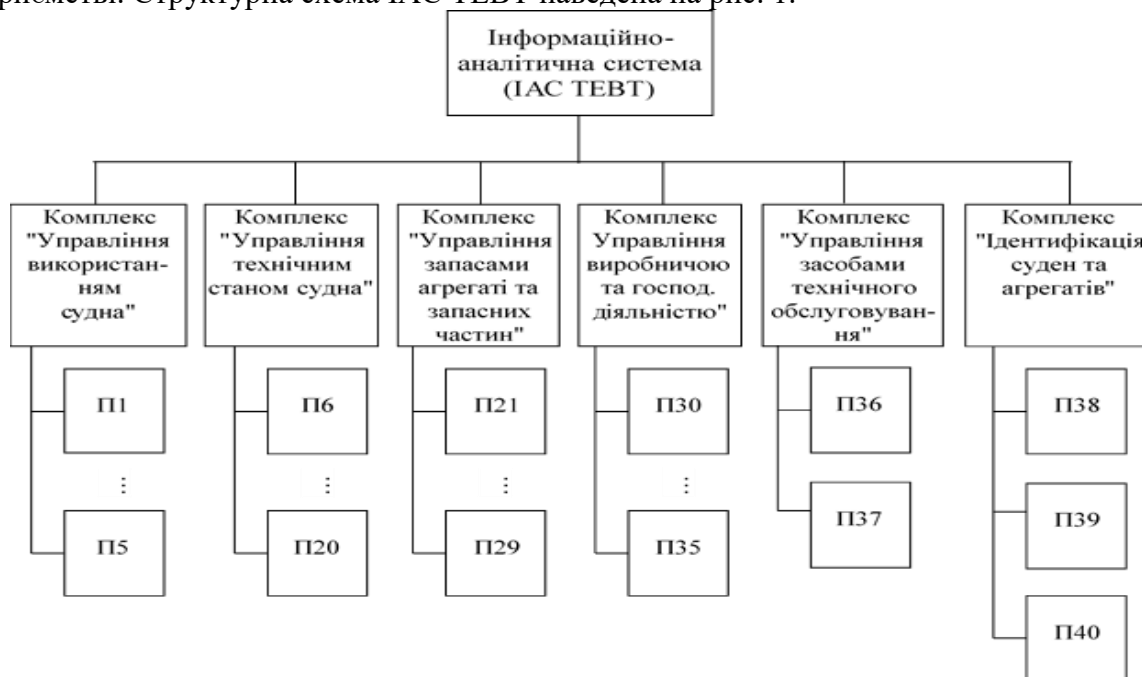


Рисунок 1 – Структурна схема ІАС ТЕВТ
(літерою “П” позначені підсистеми комплексів завдань)

Внутрішня структура ІАС ТЕВТ повинна характеризуватися такими видами структур:

- а) функціональними (елементи – функції, завдань, процедури, інформаційні зв'язки);
- б) технічними (елементи – пристрої, компоненти, комплекси; зв'язки – лінії та канали зв'язку);

- в) організаційними (елементи – колективи людей та окремих виконавців, зв'язки – інформаційні, підпорядкованості та взаємодії);

- г) інформаційні (елементи – форми існування та подання інформації в системі).

Центральною частиною ІАС ТЕВТ є розподілена система збору, обробки та зберігання інформації, яка використовується при технічному обслуговуванні та експлуатації водного транспорту, формуюча центральний інформаційний об'єкт – головну базу даних ІАС [8].

На нижньому рівні ієрархічної структури ІАС ТЕВТ наведена у вигляді сукупності елементарних функцій вводу, обробки, передачі та виводу інформації після обробки центральних та локальних баз даних (інформаційних об'єктів).

На середньому рівні ІАС ТЕВТ наведена як сукупність функціональних підсистем. Кожна підсистема забезпечує виконання визначеного набору елементарних функцій. Ознакою для об'єднання елементарних функцій є:

- а) логічна завершеність;

- б) відповідність даного набору виробничим завданням конкретних користувачів у конкретній виробничій структурі.

Ієрархічна структура ІАС ТЕВТ наведена у вигляді функціональних комплексів. Кожен комплекс є логічним об'єктом і використовується для опису функціональних можливостей ІАС.

Доступ інформації до обчислювальних ресурсів ІАС ТЕВТ повинен забезпечуватися з робочих місць користувачів, в тому числі і віддалених.

Комплекс завдань управління використанням судна призначений для рішення завдань виробничо-диспетчерського відділу. Комплекс включає в себе п'ять підсистем (П1-П5) (рис.2).



Рисунок 2 – Структура комплексу завдань управління використанням судна

Підсистема (П1) (рис. 2) призначена для аналізу розгляду руху водного транспорту та забезпечує:

- а) зберігання та корегування «Центрального розкладу руху» за будь-якої кількості типів водного транспорту;

-
- б) обробку інформації «Центрального розкладу руху» та видачу довідок за запитами;
 - в) аналіз розкладу з метою вироблення рекомендацій щодо складу та корегуванню.

Підсистема (П2) (рис. 2) призначена для довгострокового планування використання судна та забезпечує:

- а) реєстрацію надходжень, ремонтів та списання водного транспорту за планами керівництва або договірними зобов'язаннями;
- б) планування річного напрацювання кожного судна та визначення строків проведення ремонтів на весь період його функціонування;
- в) планування списання судна (окремих його частин) та підготовку заявок на отримання нових;
- г) планування ремонтів на найближчі роки та автоматизоване подання відповідних заявок-замовлень.

Підсистема (П3) (рис. 2) призначена для розрахунків річного плану напрацювання кожного судна, починаючи з цього часу і закінчуючи кінцем року. Вона забезпечує:

- а) планування місячного напрацювання водного транспорту з урахуванням зведеного річного плану;
- б) планування форм та видів технічного обслуговування та ремонту;
- в) контроль плану відповідності реального напрацювання розкладу руху;
- г) видачу (за запитом) інформації про кількість водного транспорту, що відпрацювали встановлений ресурс, тих, що знаходяться на ТО, ремонті, резерві, в експлуатації, здатних виконувати рейси.
- д) формування звітних форм та ведення архівів.

Підсистема (П4) (рис. 2) призначена для щомісячного корегування річного плану відповідно до фактичного стану водного транспорту, складання плану ТО на наступні два місяці.

Підсистема (П5) (рис. 2) призначена для відслідковування поточного стану водного транспорту, формування оперативного плану напрацювання, виробничого завдання цехам підприємства на відновлення (ремонт) водного транспорту чи їх складових частин, отримання звітів виробництва про проведений ремонт.

Ця підсистема включає режими:

- а) оперативний план;
- б) система контролю;
- в) архів.

Комплекс завдань управління технічним станом водного транспорту.

Даний комплекс завдань призначений для обліку стану основних виробів та агрегатів, визначення повного об'єму робіт з технічної експлуатації і ремонту водного транспорту та інформаційної підтримки процесів технічної експлуатації і ремонту.

Структура даного комплексу наведена на рис. 3.

Підсистема (П6) (рис.3) призначена для ведення автоматизованої обробки електронних формулярів основних виробів, двигунів та допоміжних силових установок, радіоелектронного обладнання. Вона забезпечує:

- а) введення початкового технічного стану діючого парку основних виробів;
- б) введення інформації про напрацювання основних виробів;
- в) введення інформації про рух основних виробів при експлуатації;
- г) введення інформації про проведене ТО;
- д) складання інформаційних довідок щодо парку основних виробів за заданим запитом;
- е) перегляд і корекцію довідок про роботу основних виробів в рейсі за останній місяць;
- ж) виведення інформації про основні вироби, що мають ресурси менше заданого;
- з) виведення стандартних звітних форм (прибуття, вибуття, списання основних виробів, звіт про наявність та ресурсного забезпечення основних виробів).

Підсистема (П7) (рис.3) призначена для формування списку агрегатів, розташованих на судні та окремих двигунів, що знаходяться поза судном, зберігання даних щодо місцезнаходження, поточного стану двигунів та протоколів зміни даних. Вона забезпечує:

- а) введення даних про нові агрегати та редагування даних про існуючі;
- б) запис зняття, заміни агрегатів, ТО агрегатів без зняття з судна;
- в) запис, зміни, продовження ресурсу окремим агрегатам та групам агрегатів;
- г) вивід даних по окремим агрегатам;
- д) контроль мінімального запасу ресурсу по агрегатам;
- е) контроль повноти комплекту агрегатів;
- ж) ведення електронних протоколів обліку.

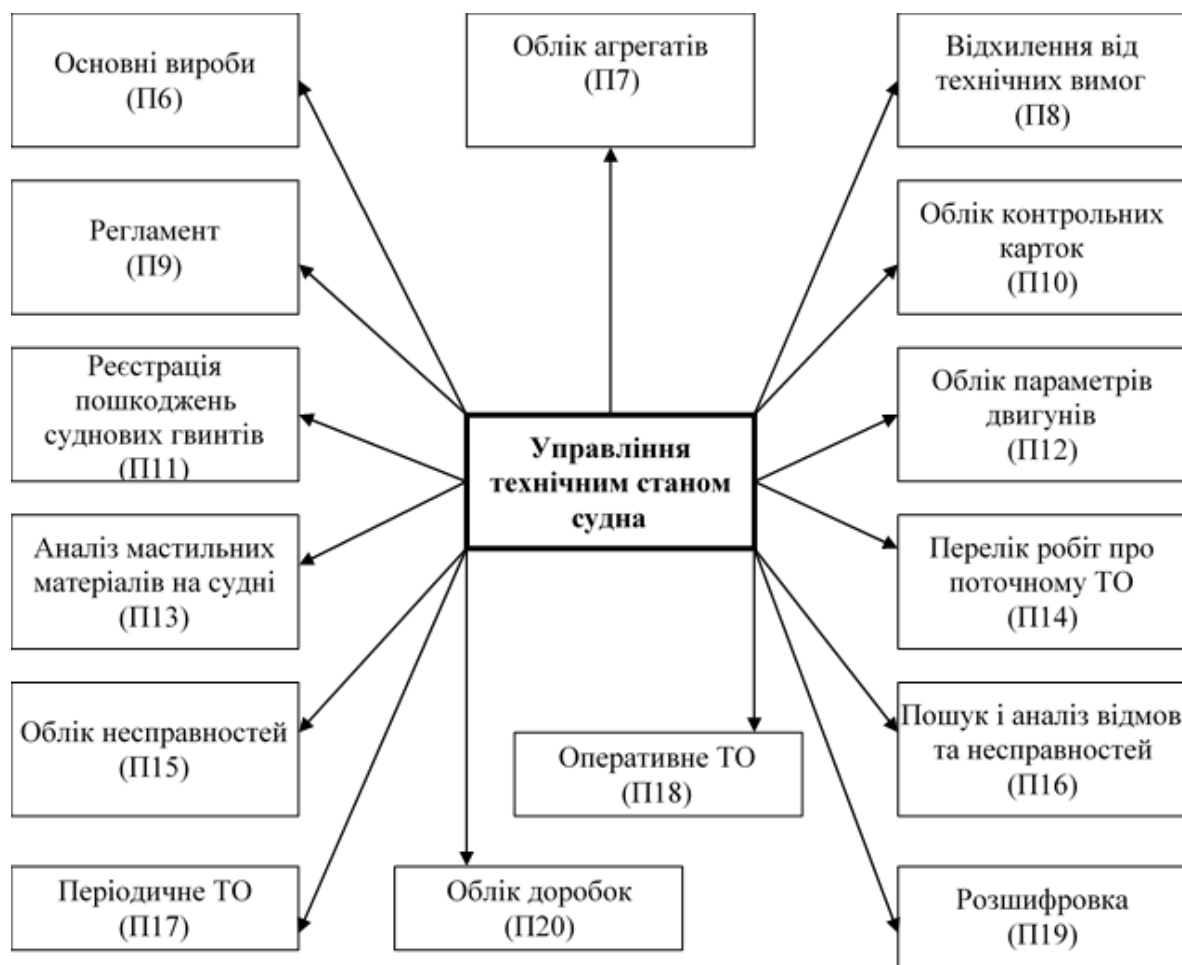


Рисунок 3 – Структура комплексу завдань управління технічним станом судна

Підсистема (П8) (рис. 3) призначена для автоматизації обробки інформації про незначні пошкодження конструкцій, відхилень від технічних вимог (ТВ), що допускається до чергового ТО.

Підсистема (П9) (рис. 3) призначена для автоматизації роботи з регламентом судна.

Підсистема (П10) (рис. 3) призначена для реєстрації та обробки контрольних карток (КК).

Підсистема (П11) (рис. 3) призначена для автоматизації обробки інформації про стан гвинтів судна та контролю за їх експлуатацією.

Підсистема (П12) (рис. 3) призначена для контролю параметрів.

Підсистема (П13) (рис. 3) призначена для отримання та аналізу інформації про поточний стан силової установки судна, стану мастил.

Підсистема (П14) (рис. 3) призначена для складання попереднього списку робіт, які слід проводити при поточному ТО судна.

Підсистема (П15) (рис. 3) призначена для автоматизації процесу збору, обробки, зберігання та видачі інформації про відмови та несправності основних та комплектуючих виробів суден, а також вузлів та деталей конструкцій суден та їх систем.

Підсистема (П16) (рис. 3) призначена для надання інформації, що полегшує процес прийняття рішення інженерно-технічному складу при пошуку та усуненню відмов, які виявляються як у рейсі, так і при проведенні ТО на березі. Вона забезпечує:

а) отримання інформації про відмову основних та комплектуючих виробів за довільним запитом або кодом зовнішнього прояву відмови;

б) отримання текстів та корегування програм усунення недоліків;

в) отримання переліку складових частин, виробів, інструментів та матеріалів, необхідних для усунення відмови;

г) адаптивне корегування кодифікатора зовнішніх проявів відмов;

д) корегування програм усунення відмов.

Підсистема (П17) (рис. 3) призначена для інформаційного забезпечення періодичного ТО судна.

Підсистема (П18) (рис. 3) призначена для інформаційного забезпечення оперативного ТО судна.

Підсистема (П19) (рис. 3) призначена для розшифрування датчиків та діагностичної апаратури після проведення рейсу. Вона забезпечує:

а) накопичення бази даних з обробки поточної інформації;

б) оцінка і контроль техніки водіння судна;

в) працездатність агрегатів, систем та обладнання ПС.

Підсистема (П20) (рис. 3) призначена для реєстрації та обробки доробочних бюлетенів.

Вона забезпечує:

а) реєстрацію та зберігання доробочних бюлетенів по мірі їх надходження;

б) планування виконання доробок відповідно до планів ТО;

в) формування та видачу замовлень на запасні частини та матеріали для намічених до виконання доробок.

Комплекс завдань управління запасами агрегатів і запасних частин призначений для автоматизації інформаційних процесів, пов'язаних з контролем наявності і стану, обліку руху, формування необхідного запасу агрегатів.

Структурна схема комплексу завдань управління запасами агрегатів та запасних частин наведена на рис. 4.

Комплекс завдань управління виробничою та господарською діяльністю призначений для автоматизації процесів організаційної структури.

Він включає такі підсистеми: кадри (П30), планово-економічного відділу (П31), табель (П32), навчання (П33), охорони праці та безпеки життєдіяльності (П34), керівника експлуатуючого підприємства (П35).

Комплекс завдань управління засобами технічного обслуговування. Даний комплекс призначений для обліку стану та формування комплектності засобів для проведення періодичного та оперативного ТО.

Комплекс завдань включає наступні підсистеми:

а) метрологічного забезпечення (П36) для автоматизації обробки інформації метрологічних служб та автоматизованого виконання завдань метрологічного забезпечення процесу ТО;

б) комплектації засобами ТО (П37) для обліку стану та формування комплектів при проведенні періодичного та оперативного ТО.



Рисунок 4 – Структура комплексу завдань управління запасами агрегатів та запасних частин

Комплекс завдань ідентифікації водного транспорту та агрегатів.

Комплекс завдань ідентифікації водного транспорту та агрегатів призначений для узгодження функціонування всіх підсистем ІАС технічної експлуатації водного транспорту та складається з таких підсистем:

- а) кодифікатор основних та комплектуючих виробів (П38);
- б) еталон (П39);
- в) кодифікатор зовнішніх проявів відмов та несправностей (П40).

Висновки. Застосування нових інформаційних технологій у системі технічної експлуатації водного транспорту є важливим шляхом підвищення її ефективності. Складність та багатогранність завдань, які вирішуються у транспортній компанії, висуває певні вимоги до інформаційно-аналітичної системи, яка являє собою складну організаційну ієрархічну систему її інформаційного ресурсу. Методи прикладного системного аналізу та компонентний підхід до проектування інформаційних ресурсів ІАС дозволяють упорядкувати і суттєво спростити процес проектування, врахувати конкретні вимоги, провести його оптимізацію структурного та динамічного представлення, закласти необхідні рішення у відповідності із іменованою специфікацією на інформаційний ресурс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеева Т.В. Информационные аналитические системы / Т.В. Алексеева, Ю.В. Амириди, В.В. Дик. – М.: Синергия, 2013. – 384 с.
2. Аксенов А.П. Экономика эксплуатации парка оборудования / А.П. Аксенов, С.Г. Фалько. – М.: КноРус, 2011. – 224 с.
3. Мумладзе Р.Г. Управление водохозяйственными системами / Р.Г. Мумладзе, Г.Н. Гужина, Н.В. Быковская, А.А. Кузьмина. – М.: КноРус, 2010. – 208 с.
4. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: МПСИ, 2005. – 584с.
5. Логинов В.Н. Информационные технологии управления / В.Н.Логинов. – М.: КноРус, 2016. – 240 с.

-
6. Дресвянников В.А. Управление знаниями организации / В.А. Дресвянников. – М.: КноРус, 2008. – 344 с.
 7. Организационные структуры "экономики знаний". – М.: ИНИОН РАН, 2010. – 154 с.
 8. Венделева М.А. Информационные технологии управления / М.А. Венделева, Ю.В. Вертакова. – М.: Юрайт, 2012. – 464 с
 9. Кватрани Т. Визуальное моделирование с помощью Rational Rose 2002 и UML: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2013. – 229 с.
 10. Репин В.Н. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / В.Н. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 512 с.

REFERENCES

1. Alekseeva, T.V., Amiridi, Yu.V. and Dik, V.V. (2013), "*Informatsionnye analiticheskie sistemy*" [Information Analytical Systems], Sinergiya, Moscow, 384 p.
2. Aksenov, A.P. and Fal'ko, S.G. (2011), "*Ekonomika ekspluatatsii parka oborudovaniya*" [Economics of equipment fleet operation], KnoRus, Moscow, 224 p.
3. Mumladze, R.G., Guzhina, G.N., Bykovskaya, N.V. and Kuz'mina, A.A. (2010), "*Upravlenie vodokhozyaistvennymi sistemami*" [Water systems management], KnoRus, Moscow, 208 p.
4. Novikov, D.A. (2005), "*Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami*" [Organizational systems management theory], MPSI, Moscow, 584 p.
5. Loginov, V.N. (2016), "*Informatsionnye tekhnologii upravleniya*" [Information Technology Management], KnoRus, Moscow, 240 p.
6. Dresvyannikov, V.A. (2008), "*Upravlenie znaniyami organizatsii*" [Organization knowledge management], KnoRus, Moscow, 344 p.
7. "*Organizatsionnye struktury "ekonomi kiznanii"*" (2010) [Organizational structures of the "knowledge economy"], INION RAN, Moscow, 154 p.
8. Vendeleva, M.A. and Vertakova, Yu.V. (2012), "*Informatsionnye tekhnologii upravleniya*" [Information Technology Management], Yurait, Moscow, 464 p/
9. Kvatrani, T. (2013), "*Vizual'noe modelirovanie s pomoshch'yu Rational Rose 2002 i UML*" [Visual Modeling with Rational Rose 2002 and UML], Vil'yams, Moscow, 229 p.
10. Repin, V.N. (2013), "*Biznes-protsessy. Modelirovanie, vnedrenie, upravlenie*" [Business processes. Modeling, implementation, management], Mann, Ivanov i Ferber, Moscow, 512 p.

Иваненко В.Н., Чебан В.И., Тришин В.В., Бажак О.В.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Техническая эксплуатация водного транспорта является важным элементом функционирования современной транспортной компании. Применение новых информационных технологий в системе технической эксплуатации водного транспорта является важным путем повышения ее эффективности. Процессы технической эксплуатации и объемы информации, которые порождаются при этом достаточно сложные и значительные, что требует построения информационно-аналитической системы.

Сложность и многогранность задач, которые решаются в транспортной компании, выдвигает определенные требования к информационно-аналитической системе, которая представляет собой сложную организационную иерархическую систему ее информационного ресурса.

В статье проведено проектирование информационного ресурса информационно-аналитической системы технической эксплуатации водного транспорта. Рассмотрены уровни иерархической структуры информационно-аналитической системы обеспечения технической эксплуатации водного транспорта. Построена модель информационно-аналитической системы и проведена декомпозиция ее задач.

На верхнем уровне структура информационно-аналитической системы обеспечения технической эксплуатации водного транспорта наведена в виде функциональных комплексов: задач управления использованием судна, задач управления техническим состоянием водного транспорта, задач управления запасами агрегатов и запасных частей, задач управления производственной и хозяйственной деятельностью, задач управления средствами технического обслуживания, задач идентификации судов и агрегатов. Каждый комплекс является логическим объектом и используется для описания функциональных возможностей информационно-аналитической системы. Обоснован состав задач, согласованы информационные потоки в данной системе.

Доказано, что методы прикладного системного анализа и компонентный подход к проектированию информационных ресурсов информационно-аналитических систем позволяют упорядочить и существенно упростить процесс проектирования, учесть конкретные требования, провести его оптимизацию структурного и динамического представления, заложить необходимые решения в соответствии с именуемой спецификацией на информационный ресурс.

***Ключевые слова:** водный транспорт, декомпозиция, информационно-аналитическая система, информационный ресурс, техническая эксплуатация.*

Ivavenko V., Cheban V., Tryshin V., Bajak O.

INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM OF TECHNICAL OPERATION OF WATER TRANSPORT

Technical operation of water transport is an important element in the functioning of a modern transport company. The use of new information technologies in the system of technical operation of water transport is an important way to increase its effectiveness. The processes of technical operation and the amount of information that are generated in this case are quite complex and significant, which requires the construction of an information-analytical system.

The complexity and versatility of the tasks that are solved in the transport company puts forward certain requirements for the information-analytical system, which is a complex organizational hierarchical system of its information resource.

The article designing the information resource of the information-analytical system for the technical operation of water transport. The levels of the hierarchical structure of the information-analytical system for ensuring the technical operation of water transport are considered. A model of the information-analytical system is built and decomposition of its tasks is carried out.

At the upper level, the structure of the information-analytical system for ensuring the technical operation of water transport is presented in the form of functional complexes: tasks of managing the use of the vessel, tasks of managing the technical condition of water transport, tasks of managing inventory of units and spare parts, tasks of managing production and economic activities, tasks of managing technical means services, tasks of identification of ships and units. Each complex is a logical object and is used to describe the functionality of the information-analytical system. The set of tasks is justified, information flows in this system are coordinated.

It is proved that the methods of applied system analysis and the component approach to the design of information resources of information-analytical systems make it possible to streamline and significantly simplify the design process, take into account specific requirements, optimize its structural and dynamic presentation, lay down the necessary solutions in accordance with the named specification for the information resource.

***Key words:** water transport, decomposition, information and analytical system, information resource, technical operation.*

Кондратюк Э.Э., Маранов А. В.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ЛАЗЕРНОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Технологія доповненої реальності є галуззю відображення інформації, що активно розвивається. Використовуючи технології тривимірного моделювання разом з технологією лазерного голографічного зображення, можна створити нові просунуті системи відображення навігаційної інформації. Такі системи дозволять створити прилади, здатні в більшій мірі подати необхідну інформацію в одному джерелі, без обмеження куту огляду екрана. Зображення стане візуально доступне з будь-якого горизонтального кута, а також воно зможе відтворити тривимірність об'єкта. Скомбінувавши навігаційні прилади в одну систему відображення, можливе збільшення обсягу візуальної інформації, що передається з одного джерела в зрозумілому вигляді. Виходячи з цього, можливо набагато ефективніше оцінити інформацію, розглянувши її під різними кутами, додатково використовуючи метод відображення шарами, водночас показуючи водну поверхню і те, що знаходиться під нею. Деякі з методів побудови голограмми здатні також створювати звук, що дозволяє використовувати це для удосконалення систем пошуку і порятунку. Спектр використання голографічних технологій великий і з кожним роком дослідження в цьому напрямку представляють нові результати і можливості.

У статті будуть розглянуті питання побудови голографічного зображення за допомогою лазера і без використання моніторів. На прикладі фемтосекундного лазера буде описаний процес створення плазмових точок для відображення візуальної інформації, наведено приклад використання нанолазера для створення звукової хвилі і описаний принцип створення тривимірних моделей для подальшого їх відображення. Спираючись на теоретичні і практичні дослідження в цьому напрямку, будуть коротко описані приклади використання технологій в комплексі навігаційних систем позиціонування судна, а також системи пошуку і порятунку.

Ключові слова: фемтосекундний лазер, воксель, нанолазер, ефект Керра

Постановка научной проблемы, ее актуальность. В процессе развития судоходства с момента построения первых плавательных средств до современных судов создавались и совершенствовались средства навигации и методы навигационных счислений для улучшения определения места судна и повышения безопасности судоходства. Именно благодаря улучшению навигационного оборудования существенно увеличивалось качество и достоверность информации, необходимой для безопасного судовождения.

Цель статьи состоит в исследовании принципа работы голографического проектора, работающего на основе фемтосекундной лазерной установки, метода отображения трехмерной информации в воздухе и перспективы ее использования в судовождении.

Актуальность исследования. На современном этапе развития судоходства объём навигационной информации достаточно велик. Посредством наработок, приведенных в статье, предлагается увеличение безопасности судовождения. Для получения более полной, простой в понимании информации предлагается вариант системы на базе лазерных голограмм.

Практическая ценность исследования состоит в том, что его результаты можно использовать для совершенствования навигационного оборудования с целью достижения большей точности позиционирования и упрощения определения навигационной обстановки.

Анализ исследований и публикации. Изучением технологии голографического проецирования занимаются ученые и компании, среди них - японская фирма Aerial Burton, ученые Корейского института науки и технологий (Йонг Кейн Парк, профессор отделения физики), исследователи японской компании Digital Nature Group (старший научный сотрудник Йоши Очаи) лаборатория не летального вооружения Пентагона (JNLWD).

Изложение основного материала. Стремительный прогресс и постоянное развитие технологий приводят к возможности генерации сверхсильных световых полей, недоступных для получения иными методами в лабораторных условиях. Это делает возможным изучение фундаментальных свойств вещества в экстремальных и неравновесных состояниях, возникающих в высокотемпературной плазме фемтосекундного лазерного импульса [1].

Фемтосекундные лазеры – оптические квантовые генераторы, способные генерировать импульсы лазерного излучения, которые содержат достаточно малое число колебаний оптического поля (Рис. 1) [2]. При использовании результатов исследования в процессе создания голографического изображения возможно усовершенствование отображения визуальной информации, а также передачи звука. Трехмерная картина расширяет область отображения информации, таким образом делая возможным отображение ее в нескольких слоях (пример: отображение водной поверхности, дна, объектов, находящихся вблизи).



Рисунок 1 – Фемтосекундный лазер третьего поколения:

1.Выход лазера накачки 2. Плоское зеркало 3. Второе плоское зеркало 4. Линза 5. Прозрачное (для излучения накачки) зеркало внутреннего резонатора (вогнутое) 6. Глухое зеркало внутреннего резонатора (вогнутое) 7. Активная среда (Ti: сапфир) 8. Первая призма компенсатора ДГС (Дисперсия Групповой Скорости) 9. Вторая призма компенсатора ДГС 10. Диафрагма (элемент перестройки длины волны) 11. Глухое зеркало внешнего резонатора (плоское) 12. Полупрозрачное зеркало внешнего резонатора (плоское)

На первом (нижнем слое) можно отобразить информацию особенностей рельефа местности, полученную с помощью РЛС (Рис. 2). Это могут быть береговые черты, скалы, утесы, фьорды и прочее. Для формирования изображения в высоком разрешении возможно функционирование РЛС в режиме синтеза апертуры. Возможность восстановления объекта путем сканирования по области появляется благодаря использованию радиоголографических методов.

Благодаря исследованиям, сделанными ранее Digital Nature Group [3] и Пентагоном [4], можно полагать, что создание голографических изображений методом проецирования плазмы в воздухе стало возможным и более того, относительно безопасными при тактильном контакте с ними. При дальнейших исследованиях и изучения данного метода построения изображения вероятны способы увеличения разрешения изображения, его размеров и сложности отображаемых объектов. Также, возможно использование нанолазера для управления плазмой. Настроив нанолазер на узкий волновой диапазон, можно манипулировать плазменным полем, получая тем самым звук и яркую вспышку. Воздействие на большой дистанции достигается за счет эффекта Керра [5-7]. Использование этой технологии полезно для спасательных средств и буев. В условиях плохой видимости или же ночью голографическое изображение может быть не только хорошо видно на большом

расстоянии, а дополнительно распространять звуковой сигнал, тем самым повышая эффективность поисково-спасательных операций и ограждать опасные участки.

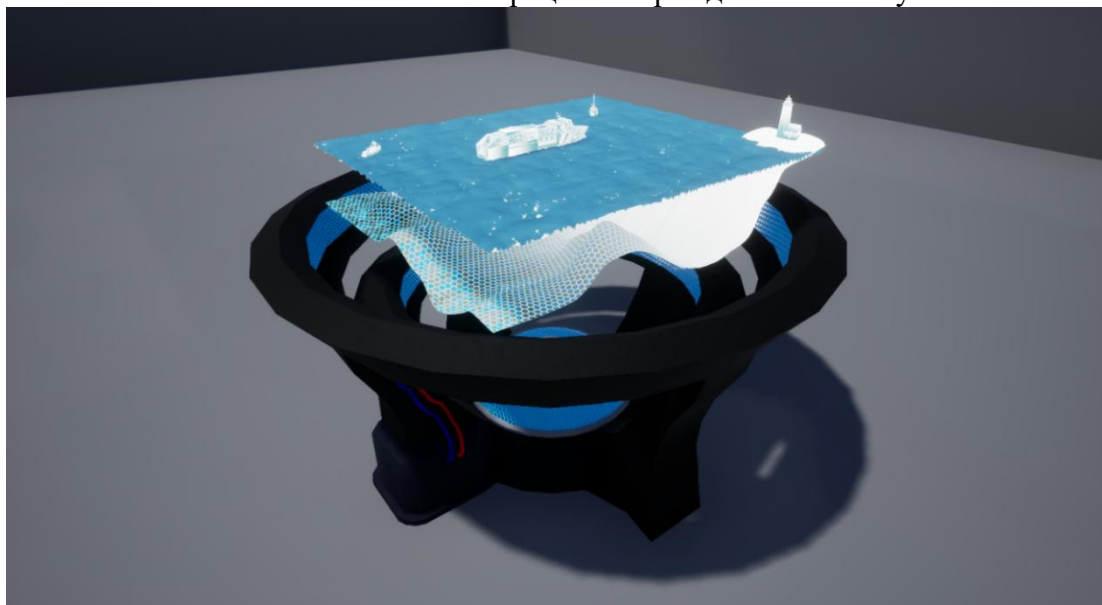


Рисунок 2 – Визуализация установки голографической проекции

Преимущества технологии голографической проекции для морской отрасли можно привести на примере несения вахты на рулевом мостике и спасательных буйах. Такой способ отображения позволяет видеть картину в целом используя один источник, в то же время, не ограничивая ее углом обзора относительно источника.



Рисунок 3 – Пример симуляции объектов и окружения в 3д

Технология трехмерного моделирования на сегодняшний день достаточно развита и широко применима в различных сферах, среди которых – навигационные тренажеры и оборудование. Использование данной технологии с помощью лазерного голографического проектора лишь увеличит степень ее понимания и визуального восприятия как цельного объекта. Принцип работы предполагается на отображении компьютерной 3D модели в пространстве с помощью лазеров. Фемтосекундный лазер формирует короткие импульсы сфокусированного света для того, чтобы оторвать электроны от ядер и создать плазму. Воксели – светоизлучающая плазма, является в данном случае аналогом пикселей на мониторе, из которых в следствии и строится изображение. Нагрев воздуха лазером

вызывает его расширение, поэтому процесс сопровождается характерным «потрескиванием» [2].

Также стоит упомянуть о моделировании. На сегодняшний день — это развитая отрасль компьютерных технологий, используемая как в технических сферах, например, в архитектуре и проектировании, так и в медиа сфере (Рис. 3). Для создания 3д моделей существует множество программ, используемых для моделирования, текстурирования и анимации. Используются для этого следующие программы: 3ds Max, Maya, Blender, AutoCAD и т.д [8]. В основе построения стоит моделирование объекта из полигонов. Полигоны представляют собой лист/поверхность (face), соединенную 4 точками (vertex). Чем больше полигонов в модели, тем более детализированной она будет. В зависимости от «объекта моделирования» этапы создания могут незначительно отличаться, но суть их остается прежней [9].

Прежде всего строится простейшая модель объекта\места\персонажа и в дальнейшем прорабатываются ее детали. Если необходимо создать реалистичную копию человека или же судна, то прорабатывается высоко полигональная модель, которую можно использовать для печати муляжа или же создания текстур детализации объекта (normal map), что позволит создать визуальный эффект проработанности используя при этом малое количество полигонов. Построенную модель красят, передавая при этом необходимые визуальные эффекты материалов (Рис. 4). В последствии полученные 3д объекты можно использовать для симуляции в тренажерах, учебных программах и т.д.



Рисунок 4 – Пример 3д моделей

Выводы. Исследования в сфере лазерных голографических технологий развиваются, предоставляя тем самым новые результаты и перспективы [10]. Дальнейшее развитие данной технологии позволит внедрить ее в системы навигационного оборудования, создавая на ее базе новые приборы. Устройства способные скомбинировать в себе информацию с навигационных приборов и отобразить ее позволит поднять процесс навигации на новый уровень. Отображение комплексной информации об окружающей обстановке как на воде, так и под ней в одном трехмерном источнике позволит оценивать ее с большей легкостью и станет проще в понимании, а неограниченный горизонтальный угол обзора позволит оценивать ее с различных углов одновременно, таким образом показывая полную картину на одном дисплее. Также, становятся возможными усовершенствования спасательных средств за счет голограмм со звуком, позволяющих еще одним способом передать место положение и звуковой сигнал, способствующий поиску и спасению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров И.А. Генерация высокотемпературной плазмы II массоперенос аблируемых частиц при воздействии последовательностью высокоинтенсивных фемтосекундных лазерных импульсов на твердотельные мишени в газовой среде: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. Физ.-мат. наук: (01.04.21)/И.А.Макаров. - Москва, 2008. 20 с.
2. Шмелёв Артемий Геннадьевич - Казанский Физико-Технический институт имени Завойского, CC BY 3.0. URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1449440>
3. Fairy Lights in Femtoseconds: Aerial and Volumetric Graphics Rendered by Focused Femtosecond Laser Combined with Computational Holographic Fields. Yoichi Ochiai, Kota Kumagai, Satoshi Hasegawa, Yoshio Hayasaki, Takayuki Hoshi, Jun Rekimoto. ACM Transactions on Graphics 35, 2 (February 2016), Article № 17, 14 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2850414>
4. The US Military Is Making Lasers That Create Voices out of Thin Air. URL: <https://www.defenseone.com/technology/2018/03/us-military-making-lasers-create-voices-out-thin-air/146824/>
5. Волькенштейн М. В., Молекулярная оптика, Монография. М.-Л.: ГИТТЛ, 1951. 745 с.
6. Соколов А.В. Оптические свойства металлов. - М.: Наука, 1961. 464 с.
7. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.4 Оптика. М.: Физматлит, 2005. 792 с.
8. Что такое 3D-моделирование? URL: <https://www.autodesk.ru/solutions/3d-modeling-software>.
9. "Игровое моделирование" или весь процесс создание 3D модели для игры URL: <https://dtf.ru/gamedev/92904-igrovoe-modelirovanie-ili-ves-process-sozdanie-3d-modeli-dlya-igry>
10. Хель И. Голограммы перестали быть только научной фантастикой 17.02.2017. URL: <https://hi-news.ru/research-development/gologrammy-perestali-byt-tolko-nauchnoj-fantastikoj.html>

REFERENCES

1. Makarov I.A. High-temperature plasma generation II mass transfer of ablated particles with a sequence of high-intensity femtosecond laser pulses influences solid targets in a gas medium: abstract dis. for the deg. of cand. of Phys.-math sciences: (01.04.21)/I.A. Makarov. - Moscow, 2008. 20 p.
2. Shmelev Artemii Gennadievich - Kazan Institute of Physics and Technology named after Zavoysky, CC BY 3.0. URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1449440>
3. Fairy Lights in Femtoseconds: Aerial and Volumetric Graphics Rendered by Focused Femtosecond Laser Combined with Computational Holographic Fields. Yoichi Ochiai, Kota Kumagai, Satoshi Hasegawa, Yoshio Hayasaki, Takayuki Hoshi, Jun Rekimoto. ACM Transactions on Graphics 35, 2 (February 2016), Article No. 17, 14 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2850414>
4. The US Military Is Making Lasers That Create Voices out of Thin Air. URL: <https://www.defenseone.com/technology/2018/03/us-military-making-lasers-create-voices-out-thin-air/146824/>
5. Volkenstein M.V. Molecular optics, Monograph. M.-L.: GITTL, 1951. 745 p.
6. Sokolov A.V. Optical properties of metals. -M.: Nauka, 1961. 464 p.
7. Sivukhin D.V. General physics, vol. 4 Optics. M.: Fizmatlit, 2005. 792 p.
8. What is 3D modeling? URL: <https://www.autodesk.ru/solutions/3d-modeling-software>.
9. "Game modeling" or the entire process of creating a 3D model for the game. URL: <https://dtf.ru/gamedev/92904-igrovoe-modelirovanie-ili-ves-process-sozdanie-3d-modeli-dlya-igry>
10. Hel I. Holograms ceased to be only science fiction 17.02.2017. URL: <https://hi-news.ru/research-development/gologrammy-perestali-byt-tolko-nauchnoj-fantastikoj.html>

Кондратюк Э.Э. Маранов А. В.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ЛАЗЕРНОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Технология дополненной реальности является активно развивающейся отраслью отображения информации. Используя технологии трехмерного моделирования в совместимости с технологией лазерного голографического изображения, можно создать новые продвинутое системы отображения навигационной информации. Такие системы позволят создать приборы, способные в большей мере подать необходимую информацию в одном источнике, без ограничения углом обзора экрана. Изображение станет визуально доступно с любого горизонтального угла, а также оно способно отобразить трёхмерность объекта. Скомбинировав навигационные приборы в одну систему отображения, возможно увеличение объема визуальной информации, передаваемой из одного источника в понятном виде. Исходя из этого, возможно намного более эффективно оценить информацию, рассмотрев ее с различных углов, дополнительно используя метод отображения слоями, одновременно показывая водную поверхность и то, что находится под ней. Некоторые из методов построения голограммы способны также создавать звук, что позволяет использовать это для усовершенствования систем поиска и спасения. Спектр использования голографических технологий обширный и с каждым годом исследования в данном направлении представляют новые результаты и возможности.

В статье будут рассмотрены вопросы построения голографического изображения с помощью лазера и без использования мониторов. На примере фемтосекундного лазера будет описан процесс создания плазменных точек для отображения визуальной информации, приведен пример использования нанолазера для создания звуковой волны и описан принцип создания трехмерных моделей для дальнейшего ее отображения. Опираясь на теоретические и практические исследования в данном направлении, будут кратко описаны примеры использования технологий в комплексе навигационных систем позиционирования судна, а также системы поиска и спасения.

Ключевые слова: фемтосекундный лазер, воксель, нанолазер, эффекта Керра

Kondratiuk E.E. Maranov A.V.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE NAVIGATION SYSTEM BASED ON LASER HOLOGRAPHIC INSTALLATION

Augmented reality technology is an actively developing industry of information display. Using 3D modeling technology in combination with laser holographic image technology, it is possible to create new advanced navigation information display systems. Such systems will make it possible to create devices capable of supplying the necessary information to a greater extent in one source, without limiting the viewing angle of the screen. The image will become visually accessible from any horizontal angle, and it can also display the three-dimensionality of an object. By combining navigation devices into one display system, it is possible to increase the amount of visual information transmitted from a single source in an understandable way. Based on this, it is possible to evaluate information much more efficiently by looking at it from various angles, additionally using the method of displaying in layers, showing the water surface and what is underneath it simultaneously. Some of the methods for constructing a hologram can also create sound, which allows improving search and rescue systems. The range of applications of holographic technologies is extensive and research in this direction presents new results and opportunities every year.

The article discusses the construction of a holographic image using a laser without using monitors. Using a femtosecond laser as an example, we will describe the process of creating plasma dots to display visual information; we indicated an example of using a nanolaser to create a sound wave, and the principle of creating three-dimensional models for its further display. Based on theoretical and practical research in this direction, we will briefly describe examples of the use of technologies in a complex of navigation systems for positioning a vessel, as well as search and rescue systems.

Keywords: femtosecond laser, voxel, nanolaser, Kerr effect.

Ткаченко В.В., Будолак С.Ю., Гуменніков Р.В., Батуєв Д.Ю.

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СУДНОВОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ

В статті приведена класифікація засобів діагностування двигуна внутрішнього згорання. Розглянуті методи, які застосовуються для оцінки технічного стану двигунів в експлуатаційних умовах.

Проаналізовано основні відмови, які зустрічаються при експлуатації двигунів внутрішнього згорання. З аналізу відмов встановлено, що переважають зносні відмови і механічні ушкодження, віднесені до циліндропоршневої групи. Доведено, що наслідком подібного виду відмов найчастіше є відсутність запалення в одному з циліндрів двигуна, що стає причиною порушення робочого циклу та істотної втрати потужності в номінальному режимі. Встановлено, що потужність є одним з діагностичних параметрів стану двигуна, який пов'язаний з обертальним моментом і кутовою швидкістю колінчастого валу, обертання якого забезпечується роботою розширення газів у камері згорання.

Зроблений висновок, що обертальний момент є діагностичною ознакою, що повною мірою описує технічний стан двигуна, але його важко вимірити. Тому для визначення технічного стану двигуна внутрішнього згорання запропоновано використовувати кутове прискорення колінчастого валу як оцінний діагностичний показник. Оскільки кутове прискорення колінчастого валу є функцією збільшення кутової швидкості, то характер зміни кутового прискорення може виступити мірою оцінки обертального моменту двигуна, а виходить, і технічного стану.

Теоретично обґрунтовано та підтверджене застосування величини кутового прискорення як діагностичного показника для безрозбірної, безнавантажувальної оцінки технічного стану двигуна внутрішнього згорання в експлуатаційних умовах. Результатом визначення технічного стану суднового двигуна є графіки залежності величини кутового прискорення від кута повороту колінчастого валу всіх циліндрів двигуна, що дозволяють за допомогою експрес-оцінки значень екстремумів кутового прискорення, середньої лінії кутового прискорення визначити наявність несправного циліндра і всього двигуна в цілому.

Ключові слова: *двигун внутрішнього згорання, обертальний момент, поршнева група, експлуатаційні умови, кутове прискорення, технічний стан.*

Постановка проблеми. Ефективність роботи двигунів внутрішнього згорання судів залежить від технічного стану (ТС) механізмів і систем. Вихідними показниками, що описують частково або цілком технічний стан, є ефективна потужність обертального моменту, часова та питома витрата палива в номінальному режимі, вібраційне прискорення та вібраційна швидкість елементів судових енергетичних установок. Теоретичний і практичний досвід експлуатації дизельних двигунів у різних галузях транспорту і промисловості показує, що одним з найбільш перспективних способів попередження відмов дизелів є безрозбірна діагностична оцінка технічного стану в режимі експлуатації.

Проектування і впровадження діагностичних комплексів дозволяє покращити економічність судових дизелів, підвищити надійність суден у цілому за рахунок своєчасного виявлення виходу робочих параметрів судових енергетичних установок за межі нормованих значень. Оскільки двигун внутрішнього згорання забезпечує надійність і безаварійну експлуатацію машини або судна в цілому, то важливо визначати технічний стан

у процесі експлуатації. Тим більше що доля відмов, яка приходяться на двигун, складає від 25 до 40 %.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробці методів оцінки технічного стану суднових енергетичних установок і транспортних дизелів присвячений значний ряд досліджень, що провели С.П. Глушков, С.В. Викулова, В.І. Бельських, И.П. Терских, В.М. Лівшиць, И.П. Добролюбов, В.В. Альт, С.С. Куков, В.Н. Жеглов, Ю.В. Гармаш, А.А. Отставнов, А.С. Гребенніков, С.А. Пальтов, А.Ю. Коників і інші вчені. Однак оцінка загального технічного стану судового дизельного двигуна внутрішнього згоряння в експлуатаційних умовах не отримала в цих роботах широкого висвітлення. Велика частина виконаних робіт спрямована на оцінку технічного стану шляхом часткового розбирання дизельного двигуна і найчастіше вимагає виконання тестових впливів.

Метою статті є розкриття основних положень методу оцінки технічного стану судового двигуна за нерівномірністю частоти обертання колінчастого валу в експлуатаційних умовах.

Викладення основного матеріалу дослідження. Поршневий двигун внутрішнього згоряння є найбільш розповсюдженим автономним пристроєм, у якому хімічна енергія палива перетворюється в механічну роботу [1]. В даний час практично всі самохідні судна мають у своєму складі мінімум один двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). Деякі типи судів мають кілька ДВЗ, один із яких є допоміжним (запуск основного двигуна, резервний або основний генератор, мотопомпа, лебідка і т.д.). Вихідним параметром будь-якого ДВЗ, які цікавить споживача, є потужність у номінальному режимі роботи, а також зміна питомої і годинної витрати палива в широкому діапазоні кутової швидкості – від мінімально стійкого холостого ходу до номінальної (при максимальній потужності).

Попередження відмов, їх оперативне усунення знижує простої суден з технічних причин, збільшує продуктивність робіт, що впливає на скорочення термінів виконання робіт і сприяє отриманню прибутку експлуатуючими організаціями. Тому діагностування використовується практично при всіх видах технічного обслуговування і ремонту (ТЕ і Р) ДВЗ. Таким чином, оцінка ТС ДВЗ дозволяє попереджати відмови, скорочувати час простоїв судів і, як наслідок, впливати на продуктивність машин і якість роботи.

Процеси діагностування складаються з операцій поточного визначення технічного стану об'єкта і прогнозування технічного стану, в якому об'єкт знаходився в минулому. Основним завданням діагностування є поточне виявлення справності об'єкта. Прогнозування ТС дозволяє визначати періодичність діагностування і гарантувати справність об'єкта в майбутньому періоді. Прогнозування дає можливість визначати залишковий ресурс. Діагностування також дозволяє виявити причини аварійних відмов і запобігти їх у майбутньому. Існує досить багато методів діагностування систем ДВЗ і ДВЗ у цілому. Основні, які застосовуються в даний час, класифіковані за типом засобу діагностування [7–14] і наведені на рис.1.

Для оцінки ТС двигунів в експлуатаційних умовах застосовуються такі методи як:

- оцінка компресії в циліндропоршневій групі;
- оцінка температури вихлопних газів;
- оцінка кількості картерних газів;
- вимір витрати палива;
- вимір тиску в паливній системі;
- вимір тиску в системі змащення;
- вимір зазору в сполученні шатун–шейка;
- вимір різниці тиску в камерах згоряння;
- аналіз моторної олії та інші методи.

Наведені методи не дозволяють проводити безперервний моніторинг ТС ДВЗ, вимагають зупинки двигуна і не виключають прогресування несправності, а значить й можливих відмов.



Рисунок 1 – Класифікація засобів діагностування двигуна внутрішнього згоряння

Аналіз робіт з визначення технічного стану ДВЗ дозволяє виділити кілька методик, представлених у таблиці 1.

Таблиця 1– Короткий огляд методів по визначенню технічного стану двигуна внутрішнього згоряння

Автор методу	Назва методики
А.Ю. Понізовський[9]	Оцінка технічного стану циліндропоршневої групи автотракторних дизелів по різниці витрат повітря на впуску і на випуску в пусковому режимі
А.А. Бабошин [10]	Методика діагностування поршневих двигунів внутрішнього згоряння за результатами їх непрямої індикації
Р.В. Іванов [11]	Діагностування ДВЗ по параметру потужності механічних втрат
С.М. Ольшевський [12]	Комплексний контроль технічного стану ДВЗ по параметрах перехідних режимів
А.В. Єгоров [13]	Спосіб визначення моменту інерції двигуна внутрішнього згоряння
С.А. Пальтов [14]	Контроль робочих процесів судових двигунів з використанням електронних систем індикації

На рисунку 2 представлені основні відмови, які зустрічаються при експлуатації ДВЗ.

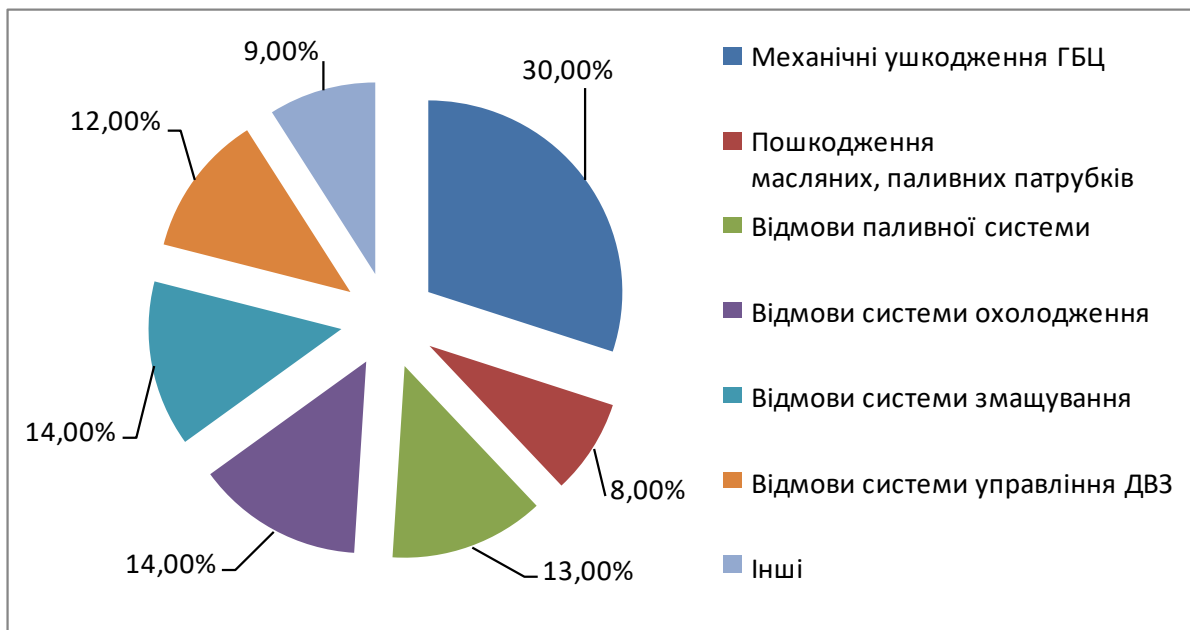


Рисунок 2 – Типовий розподіл відмов дизеля по системах

У результаті аналізу відмов встановлено, що переважають зносіві відмови і механічні ушкодження, віднесені до циліндропоршневої групи (ЦПГ). Наслідком подібного виду відмов найчастіше є відсутність запалення в одному з циліндрів двигуна, що стає причиною порушення робочого циклу та істотної втрати потужності в номінальному режимі. Встановлено, що діагностичними параметрами, які свідчать про передвідмовний стан ДВЗ (або укрупненого вузла), його неправильній роботі, можуть служити інтегральні параметри [8]:

- потужність;
- обертальний момент ДВЗ;
- витрата палива;
- склад газів, що відпрацювали.

Деякі з перерахованих параметрів, наприклад, потужність, пов'язані з обертаючим моментом і кутовою швидкістю колінчастого вала, обертання якого забезпечується роботою розширення газів у камері згоряння.

У процесі згоряння хімічна енергія палива перетворюється у теплову енергію робочого тіла. Основні вимоги до процесу згоряння можуть бути сформульовані трьома положеннями:

- найбільш повне згоряння палива;
- найкраще використання кисню повітря;
- оптимальне протікання згоряння в часі.

Приведені вимоги викликані тим, що протікання згоряння в часі, впливаючи на максимальний тиск і швидкість наростання тиску газів у циліндрі двигуна, визначає також максимальну величину і ступінь динамічності механічного навантаження деталей кривошипно–шатунного механізму (КШМ). На рис. 3 показана залежність наростання тиску в циліндрі двигуна від кута повороту колінчастого вала α .

Здійснюваний у двигуні характер протікання процесу згоряння в часі повинний забезпечити найменші величину і ступінь динамічності механічного навантаження на деталі від дії газів при високому коефіцієнті корисної дії ККД.

Максимальна швидкість наростання тиску газів визначається по формулі, МПа/град ПКВ:

$$W_{p \max} = \left(\frac{dP}{d\alpha} \right)_{\max} = \mu \times tg\beta, \quad (1)$$

де μ – масштабний коефіцієнт;

$\left(\frac{dP}{d\alpha}\right)_{\max}$ – прирощення тиску від кута повороту колінчастого валу.

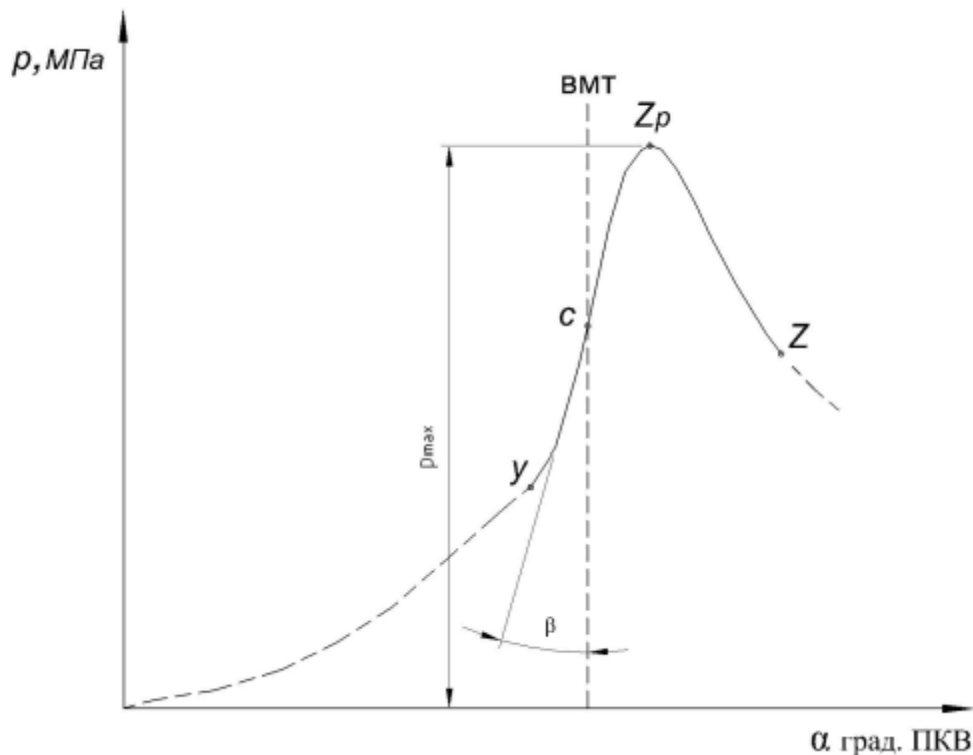


Рисунок 3 – Залежність наростання тиску в камері згоряння від кута повороту колінчастого вала (ПКВ)

Відповідно до вищевикладеного, конструктивними особливостями сучасних дизельних двигунів є застосування палива з цетановим числом 47 – 51. Але ця не єдина умова, від якої залежить процес горіння і наростання тиску в камері згоряння. Затримка samozapalювання палива в циліндрах дизельного двигуна залежить від зміни герметичності ЦПГ унаслідок зносу її елементів, і газорозподільного механізму, що приводить до зниження абсолютних параметрів робочого циклу (тиску і температури в момент упорскування палива). При розрахунку періоду затримки samozapalювання палива в циліндрі τ_z дизельного двигуна в залежності від температури і тиску повітря в камері згоряння використовується емпірична формула:

$$\tau_z = \left(\frac{T_{BII}}{P_{BII}} \right)^m \times C \times e^{\frac{E}{RT_{BII}}}, \quad (2)$$

де T_{BII} , P_{BII} – абсолютні значення температури та тиску повітря в камері згоряння в момент впорскування палива; $m=0,5$ – показник ступеня стиску для дизельних двигунів; C – постійне число; E – коефіцієнт, що залежить від енергії активізації та властивості випаровування палива; R – універсальна газова стала.

Постійне число C залежить від частоти обертання n та визначається за формулою:

$$C = C_o \times (I - dn), \quad (3)$$

де $C_o = 2 \times 10^{-4}$; $d = 1,6 \times 10^{-4}$.

Енергія дизельного палива характеризується коефіцієнтом: $E=5000\dots6000$.

Кут затримки самозаймання палива φ_3 визначається за формулою

$$\varphi_3 = 6 \times \pi \times \tau_3 \quad . \quad (4)$$

З урахуванням (4) формула (2) перетворюється так:

$$\varphi_3 = 6 \times \pi \times C \times \left(\frac{T_{BII}}{P_{BII}} \right)^m \times C \times e^{\frac{E}{RT_{BII}}} \quad (5)$$

Оскільки T_{BII} знаходиться в чисельнику, а P_{BII} у знаменнику, то неможливо однозначно зробити висновок, що кут затримки самозаймання палива в циліндрах двигуна залежить від зносу елементів, оскільки при зносі одночасно зменшуються обидві величини. З урахуванням рівняння стану газу $P_{BII} \times V_{BII} = R \times T_{BII} \times G_{BII}$ формули (2) та (5) можуть бути перетворені для аналітичного дослідження:

$$\tau_3 = C \times \left(\frac{V_{BII}}{R \times G_{BII}} \right)^m \times C \times e^{\frac{E}{RT_{BII}}} ; \quad (6)$$

$$\varphi_3 = 6 \times \pi \times C \times \left(\frac{V_{BII}}{R \times G_{BII}} \right)^m \times C \times e^{\frac{E}{RT_{BII}}} , \quad (7)$$

де V_{BII} – об'єм повітря у камері згоряння в момент впорскування палива; G_{BII} – ваговий заряд палива в момент впорскування.

З представленого вище можна зробити висновок, що основною причиною збільшення періоду і кута затримки самозапалювання палива є зменшення вагового заряду повітря і його температури відповідно до зносу ЦПГ та газорозподільного механізму, тобто втрата герметичності замкнутого простору камери згоряння. Крім зміни кута затримки запалення, змінюються й інші параметри циклу при зменшенні компресії. Усі теоретичні розрахунки побудовані на деяких допущеннях, таких як відсутність тертя між поршнем і гільзою, а отже, між поршковими кільцями і гільзою, також не враховується рідинне тертя колінчастого вала, розподільного вала.

Відповідно до першого закону термодинаміки робота розширення газів дорівнює добутковій силі на переміщення:

$$A = F \times \Delta L \times \cos \alpha , \quad (8)$$

де F – сила, яка діє на поршень; ΔL – переміщення поршня.

У ДВЗ величина ходу поршня ΔL постійна, тому що хід дорівнює двом радіусам кривошипа. Відповідно, на величину потужності, або ж здійснення корисної роботи буде найбільшою мірою впливати величина сили, що діє на поршень.

Сила, що діє на поршень, буде залежати від площі поршня і тиску, що діє на днище поршня. Площа поршня є величиною постійною. Відповідно, найбільш важливою умовою для здійснення корисної роботи газу, що розширюється, буде тиск, який діє на поршень, величина якого, буде залежати від режиму роботи (від холостого ходу до максимальної потужності).

У режимі холостого ходу корисна робота витрачається на подолання сил тертя, передачу тепла в систему охолодження і т.п. У випадку перевищення значення сил опору силам від корисної роботи при такті розширення відбудеться зупинка двигуна. У свою чергу, залежно від тиску, що створюється в циліндрі двигуна, скоротиться або збільшиться час ходу поршня, як наслідок, зміниться і прискорення поршня [6].

$$V_n = \omega \times R \times \left(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right); \quad (9)$$

$$j_n = \omega^2 \times R \times \left(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right), \quad (10)$$

де V_n та j_n – швидкість та прискорення поршня відповідно; ω – кутова швидкість колінчастого валу; R – радіус кривошипа; φ – кут повороту колінчастого валу.

Швидкість і прискорення поршня в ДВЗ завжди будуть величинами змінними, тому що при конструкції ДВЗ із КШМ неминуче поява точок, в яких швидкість поршня буде дорівнює нулю, і при цьому будуть досягатися максимальні значення прискорень поршня. У момент збільшення прискорення колінчастого вала зростає тиск на поршень і відбувається збільшення обертового моменту. Відповідно до пульсацій обертового моменту, відбувається і зміна швидкості обертання колінчастого вала, що частіше усього прийнято оцінювати нерівномірністю обертання. Зміна обертового моменту і кутової швидкості обертання колінчастого вала для одного циліндра шестициліндрового чотиритактного ДВЗ показані на рис. 4 [7].

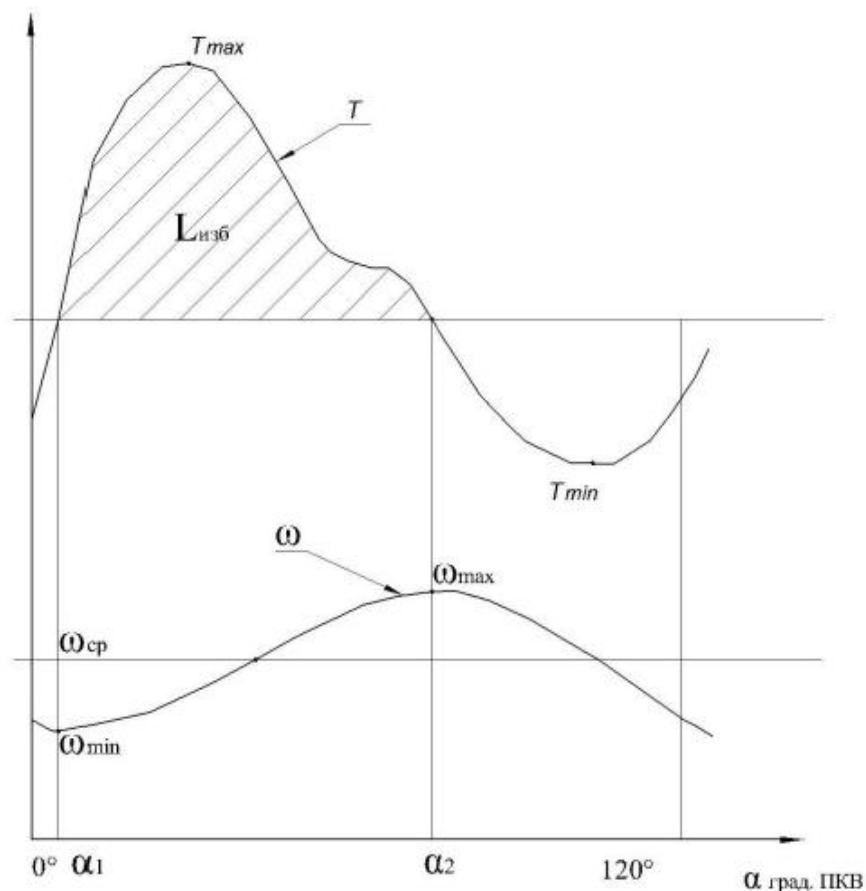


Рисунок 4 – Зміна обертового моменту і кутової швидкості колінчастого вала при сталому режимі роботи ДВЗ

Відповідно до графіка на рис.4 обертальний момент, який створюється одним циліндром, є змінною величиною, з періодом зміни для чотиритактних двигунів два обороти колінчастого вала.

Обертаючі моменти від циліндрів зрушені по фазі відповідно до порядку роботи. При цьому в сталому режимі роботи обертаючий момент, врівноважується моментом сил опору, у випадку його перевищення над моментом від сил опору кутова швидкість буде зростати.

Надлишкову роботу обертального моменту можна визначити за формулою:

$$L_H = J_{IP} \times \frac{\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2}{2}, \quad (11)$$

де J_{IP} – приведений до колінчастого вала момент інерції рухових мас ДВЗ.

Оцінка ступеня нерівномірності обертання колінчастого вала виконується за формулою:

$$\delta_{об} = \frac{L_H}{J_{IP} \times \omega_{ср}^2}, \quad (12)$$

де $\omega_{ср}$ – середня кутова швидкість колінчастого вала.

Найбільшою інформативністю володіє обертальний момент, створюваним кожним циліндром, а нерівномірність обертального моменту є причиною нерівномірності кутової швидкості, (рис.5) [8].

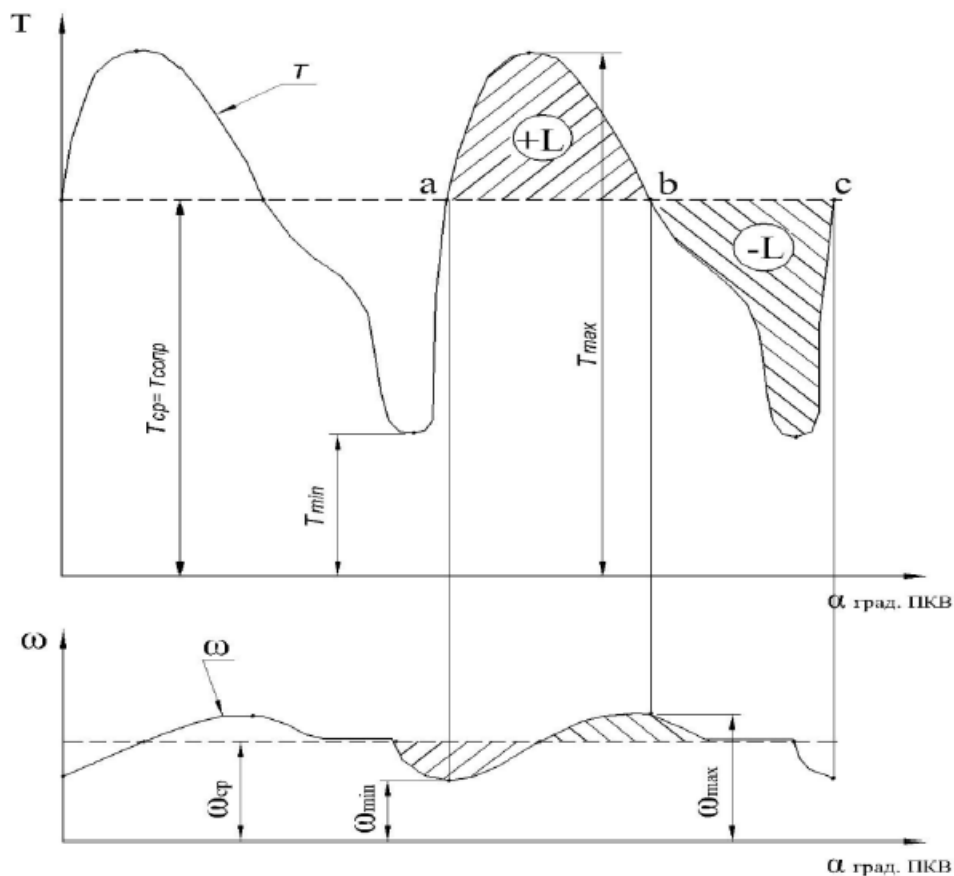


Рисунок 5 – Залежність обертального моменту і кутової швидкості від кута повороту колінчастого вала

Величина нерівномірності обертання колінчастого вала характеризує коливання кутової швидкості, що є результатом періодичного зростання та убування обертового моменту за робочий цикл двигуна. Зменшення ступеня нерівномірності обертання для двигунів з числом циліндрів не більш чотирьох можливо шляхом збільшення моменту інерції маховика. Також величину нерівномірності можна зменшити шляхом збільшення кількості циліндрів. При експлуатації двигунів величина нерівномірності обертання колінчастого вала може збільшуватися через природний знос пар тертя ДВЗ, нерівномірності паливоподачі та ін.

Таким чином, обертовий момент є діагностичною ознакою, що повною мірою описує технічний стан двигуна, але його важко вимірити. Тому для визначення технічного стану ДВЗ пропонується використовувати кутове прискорення колінчастого вала як оцінний діагностичний показник. Оскільки кутове прискорення колінчастого вала є функцією збільшення кутової швидкості, то характер зміни кутового прискорення може виступити мірою оцінки обертового моменту двигуна, а виходить, і технічного стану.

Висновки. Таким чином, на кутове прискорення колінчастого вала максимально впливають процеси, які відбуваються в камері згоряння, у першу чергу, ефективний тиск газів. У процесі зносу двигуна порушується герметичність камери згоряння, погіршуються умови для горіння палива, збільшуються втрати тиску в підпоршневому просторі, відповідно, знижується кутове прискорення колінчастого вала і обертовий момент на вихідному валу двигуна. Маючи в розпорядженні величини нерівномірності, можна встановити, що мається несправність, однак нерівномірність частоти обертання не характеризує складову від тиску газів у циліндрі. Параметр – “кутове прискорення колінчастого вала” задовольняє усім вимогам, висунутим до діагностичних ознак, і має невизначений зв’язок. Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що величина кутового прискорення може виступити як діагностичний параметр для декількох структурних параметрів, таких як тиск упорскування, величина компресії ЦПГ. Для оцінки обертового моменту як показника технічного стану ДВЗ у цілому за допомогою кутового прискорення необхідно розробити пристрій, здатний записувати та обробляти показники швидкозмінюваних процесів, що відбуваються в кожному такті робочого ходу судового двигуна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шароглазов Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов/ Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2014. – 170 с.
2. Манаков А.Л. Использование внутрицикловых параметров вращения колінчатого вала для оценки технического состояния двигателей внутреннего сгорания / А. Л. Манаков, В.И. Кочергин, А.С. Алехин// Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока.– 2014. – № 3. – С. 178–182.
3. Ядрошніков О. В. Управління технічним станом парків транспортних і технологічних машин на основі діагностування / О. В. Ядрошніков // Прогресивні технології в транспортних системах. Матеріали VII Міжнародної науково–практичної конференції. – 2015. – С. 415–421.
4. Нікітін Є.О. Діагностування дизелів / Є.О. Нікітін [та ін.]; під ред. Є.О. Нікітіна. – К. : Експо–М, 2017. – 209 с.
5. Кочергін В.І. Вибір діагностичних параметрів при безперервному моніторингу технічного стану машин / В. І. Кочергін, О.С. Алехін, А.Л. Манаков.; під ред. В.П. Артем'єва, Є.О. Чуфистова, В.М. Малишева // XI міжнародна науково–практична конференція «Сучасні технології в машинобудуванні: зб. праць наук.–практич. конф.». – 2010. – С. 222–224.
6. Пунда А.С. Численное моделирование рабочих процессов судовых дизелей: учебное пособие / А.С. Пунда. – М. : МорТех, 2015. – 64 с.

-
7. Разлейцев Н.Ф. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях / Н.Ф. Разлейцев. – Х. : ХНДАУ, 2008. – 169 с.
 8. Кирпичников А.Ю. Обеспечение надежности технической эксплуатации машинных парков в транспортном строительстве: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Кирпичников Антон Юрьевич; Сибир. гос. ун–т путей сообщ–я. – Новос., 2013. – 16 с.
 9. Понизовский А.Ю. Оценка технического состояния автотракторных дизелей по разности расходов воздуха на впуске и выпуске в пусковом режиме: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Понизовский Алексей Юрьевич; Новосиб. гос. агр. ун–т. – Новосибирск, 2010. – 19 с.
 10. Бабошин А.А. Методика диагностирования поршневых двигателей внутреннего сгорания по результатам их косвенного индицирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10/ Бабошин Андрей Александрович; Мурманс. гос. техн. ун–т. – СПб, 2013. – 23 с.
 11. Иванов Р.В. Диагностирование ДВС по параметру мощности механических потерь: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Иванов Роман Валерьевич; Сарат. гос. тех. ун–т. – Волгоград, 2010. – 16 с.
 12. Ольшевский С.Н. Комплексный контроль технического состояния ДВС по параметрам переходных режимов: автореф. дис. ... степени канд. техн. наук: 05.20.03 / Ольшевский Сергей Николаевич; Новосиб. гос. агр. ун–т. – Новосибирск, 2005. – 20 с.
 13. Пат. 2408000 Российская Федерация, МПК G01M1/10. Метод определения момента инерции двигателя внутреннего сгорания / Егоров А.В., Егоров В.Н., Машкин А.В.; Заявитель и патентообладатель А.В. Егоров, В.Н. Егоров., А.В. Машкин.–№ 2008110456; заявл. 18.03.2008 ; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 36.
 14. Пальтов С.А. Контроль рабочих процессов судовых двигателей с использованием электронных систем индицирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.08.05 / Пальтов Сергей Алексеевич; Гос. морс. ак–я им. адм. С.О. Макарова. – СПб., 2010. – 23 с.
 15. Калявин В.П. Основи теорії надійності: Підручник / В.П. Калявин. – К. : Елмор, 2018. – 277 с.

REFERENCES

1. Sharoglavov, B.A. Farafontov, M.F., Klement'ev, V.V. (2014), *"Dvigateli vnutrennego sgoraniya: teoriya, modelirovaniye raschet protsessov"* [Internal combustion engines: theory, modeling and calculation of processes], Chelyabinsk, 170 p.
2. Manakov, A.L., Kochergin, V.I., Alekhin, A.S. (2014), *"Ispol'zovanie vnutritsiklovnykh parametrov vrashcheniya kolenchatogo vala dlya otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya dvigatelei vnutrennego sgoraniya"* [Using in–cycle parameters of crankshaft rotation to assess the technical condition of internal combustion engines], *Scientific problems of transport in Siberia and the Far East*, pp. 178–182.
3. Yadroshnikov, O. V. (2015), *"Upravlinnia tekhnichnym stanom parkiv transportnykh i tekhnolohichnykh mashyn na osnovi diahnostuvannia"* [Management of the technical condition of fleets of transport and technological vehicles based on diagnostics], *Advanced technologies in transport systems. Materials of the VII International Scientific and Practical Conference*, pp. 415–421.
4. Nikitin, Ye.O. etc. (2017), *"Diahnostuvannia dyzeliv"* [Diagnosis of diesels], Kyiv, 209 p.
5. Kocherhin, V.I., Alekhin, O.S., Manakov, A.L., Artemiev V.P., Chufystova, Ye.O., Malysheva, V.M. (2010), *"Vybir diahnostychnykh parametriv pry bezperervnomu monitorynhy tekhnichnoho stanu mashyn"* [The choice of diagnostic parameters for continuous monitoring of the technical condition of machines], *XI International Scientific and Practical Conference "Modern Technologies in Mechanical Engineering: comp. works of scientific and practical. conf."*, pp. 222–224.

-
6. Punda, A.S. (2015), *"Chislennoe modelirovanie rabochikh protsessov sudovykh dizelei: uchebnoe osobie"* [Numerical simulation of marine diesel engine work processes], Moscow, 64 p.
 7. Razleitsev, N.F. (2008), *"Modelirovanie i optimizatsiya protsessas goraniya v dizelyakh"* [Modeling and optimization of the combustion process in diesel engines], Kharkiv, 169 p.
 8. Kirpichnikov, A.Yu. (2013), Ensuring the reliability of the technical operation of machine parks in transport construction, Abstract of Ph.D. dissertation, Road, construction and lifting transport vehicles, Siberian State University of Railway Engineering, Novosibirsk, Russian Federation.
 9. Ponizovsky, A.Yu. (2010), Assessment of the technical condition of automotive diesel engines based on the difference in air flow rates at the inlet and outlet in the starting mode, Abstract of Ph.D. dissertation, Technologies and technical means agricultural services, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation.
 10. Baboshin, A.A. (2013), A technique for diagnosing piston internal combustion engines based on the results of their indirect indexing, Abstract of Ph.D. dissertation, Road transport operation, Murmansk State Technical University, St. Petersburg, Russian Federation.
 11. Ivanov, R.V. (2010), Diagnosis of internal combustion engines by the parameter of the power of mechanical losses, Abstract of Ph.D. dissertation, Road transport operation, Saratov State Technical University, Volgograd, Russian Federation.
 12. Olshevsky, S.N. (2005), Integrated control of the technical condition of the internal combustion engine according to the parameters of transient conditions, Abstract of Ph.D. dissertation, Agriculture technologists and facilities, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation.
 13. Russian Federation (2008), 2008110456: Metod opredeleniya momenta inertsii dvigatelya vnutrennego sgoraniya. Patent 2408000 [2008110456: A method for determining the moment of inertia of an internal combustion engine. Patent 2408000], IPC G01M1, Moscow, Russian Federation.
 14. Paltov, S.A. (2010), Monitoring the work processes of marine engines using electronic display systems, Abstract of Ph.D. dissertation, Marine power plants and their elements (main and auxiliary), Admiral S.O. Makarov State Maritime Academy, St. Petersburg, Russian Federation.
 15. Kaliavyn, V.P. (2018), *"Osnovy teorii nadiinosti: Pidruchnyk"* [Fundamentals of Reliability Theory], Kyiv, 277 p.

Ткаченко В.В., Будолак С.Е., Гуменников Р.В., Батуев Д.Ю.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

В статье приведена классификация средств диагностирования двигателя внутреннего сгорания. Рассмотрены методы, применяемые для оценки технического состояния двигателей в эксплуатационных условиях.

Проанализированы основные отказы, которые встречаются при эксплуатации двигателей внутреннего сгорания. Из анализа отказов установлено, что преобладают отказы в результате износа и механические повреждения, отнесенные к цилиндропоршневой группе. Доказано, что следствием подобного вида отказов зачастую является отсутствие воспламенения в одном из цилиндров двигателя, что становится причиной нарушения рабочего цикла и существенной потери мощности в номинальном режиме. Установлено, что мощность является одним из диагностических параметров состояния двигателя, который связан с крутящим моментом и угловой скоростью коленчатого вала, вращение которого обеспечивается работой расширения газов в камере сгорания.

Сделан вывод что крутящий момент является диагностическим признаком, который в полной мере описывает техническое состояние двигателя, но его трудно измерить, поэтому для определения технического состояния двигателя внутреннего сгорания

предложено использовать угловое ускорение коленчатого вала в качестве оценочного диагностического показателя. Поскольку угловое ускорение коленчатого вала является функцией увеличения угловой скорости, то характер изменения углового ускорения может выступить мерой оценки крутящего момента двигателя, а значит, и технического состояния.

Теоретически обосновано и подтверждено применение величины углового ускорения в качестве диагностического показателя для безразборной, безнагрузочной оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания в эксплуатационных условиях. Результатом определения технического состояния судового двигателя являются графики зависимости величины углового ускорения от угла поворота коленчатого вала всех цилиндров двигателя, позволяющие с помощью экспресс-оценки значений экстремумов углового ускорения, средней линии углового ускорения определить наличие неисправного цилиндра и всего двигателя в целом.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, крутящий момент, поршневая группа, эксплуатационные условия, угловое ускорение, техническое состояние.

Tkachenko V., Budolak S., Gumennikov R., Batuev D.

EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF A SHIPBOARD INTERNAL COMBUSTION ENGINE IN OPERATING CONDITIONS

The article provides a classification of means for diagnosing an internal combustion engine. The methods used to assess the technical condition of engines in operating conditions are considered.

The main failures that occur during the operation of internal combustion engines are analyzed. From the analysis of failures, it was found that failure due to wear and mechanical damage attributable to the cylinder–piston group prevail. It is proved that the consequence of this type of failure is often the absence of ignition in one of the engine cylinders, which causes a disruption of the duty cycle and a significant loss of power in the nominal mode. It is established that power is one of the diagnostic parameters of the state of the engine, which is associated with the torque and angular velocity of the crankshaft, the rotation of which is ensured by the work of expanding the gases in the combustion chamber.

It is concluded that the torque is a diagnostic sign that fully describes the technical condition of the engine, but it is difficult to measure, therefore, it is proposed to use the angular acceleration of the crankshaft as an estimated diagnostic indicator to determine the technical condition of the internal combustion engine. Since the angular acceleration of the crankshaft is a function of increasing the angular velocity, the nature of the change in angular acceleration can be a measure of the torque of the engine, and therefore the technical condition.

The use of angular acceleration as a diagnostic indicator for a collapsible, without a load assessment of the technical condition of an internal combustion engine under operating conditions is theoretically justified and confirmed. The result of determining the technical condition of a marine engine is a graph of the dependence of the magnitude of the angular acceleration on the angle of rotation of the crankshaft of all engine cylinders, allowing using the express evaluation of the extrema of the angular acceleration, the midline of the angular acceleration to determine the presence of a faulty cylinder and the entire engine as a whole.

Keywords: internal combustion engine, torque, piston group, operating conditions, angular acceleration, technical condition.

Андрейцев А.Ю., Вяла Ю.Е., Гейлик А.В., Клецька Т.С., Ляшко О.В.

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Дана стаття присвячена порівнянню методів розв'язання задачі про оптимальне завантаження транспортного засобу. Ця задача є однією з тих, що наочно демонструють переваги математичного моделювання в процесах вироблення та прийняття рішень при плануванні транспортних перевезень. Крім того, дана задача є однією з істотних складових логістичної програми при плануванні доставки вантажів.

Метою дослідження було порівняння різних методів розв'язання на прикладі задачі про оптимальне завантаження одного транспортного засобу. Задача про оптимальне завантаження належить до класу задач цілочисельного лінійного програмування. Існує ряд методів її розв'язання. У статті розглянуто деякі з них.

Графічний метод є найпростішим і наочним. Але його застосування стає неможливим, якщо кількість найменувань вантажів більша трьох. Метод відтинаючих площин базується на відтинанні від області допустимих розв'язків задачі з послабленими обмеженнями частин, що не містять цілочисельних розв'язків. Однак, в разі наявності декількох розв'язків, він не дозволяє знайти всі оптимальні плани.

Метод гілок та границь дозволяє знайти всі розв'язки. Однак він вимагає розв'язання великої кількості задач лінійного програмування. Метод динамічного програмування є одним з найпростіших в застосуванні і не вимагає громіздких обчислень при розв'язанні задач невеликої розмірності.

Для демонстрації переваг і недоліків зазначених методів розглянуто приклад задачі оптимального завантаження, що має декілька розв'язків. Описано процес розв'язання даної задачі кожним з методів. Застосування методу відтинаючих площин не дозволяє знайти всі оптимальні рішення. Метод гілок та границь приводить до необхідності розв'язання одинадцяти задач лінійного програмування. Використання методу динамічного програмування показує, що він є ефективним і найбільш простим у застосуванні.

На завершення, зазначено, що при збільшенні кількості найменувань вантажів, метод динамічного програмування вимагає істотного збільшення обсягу обчислень. Крім того, застосування даного методу ускладнюється при розв'язанні задачі про оптимальне завантаження більш ніж одного транспортного засобу.

Ключові слова. цілочисельне програмування, метод гілок та границь, метод відтинаючих площин, метод динамічного програмування.

Постановка проблеми. Задача про оптимальне завантаження транспортного засобу є однією з прикладних задач, що наочно демонструє переваги математичного моделювання в процесах прийняття рішень в сфері транспортних перевезень. Дана задача належить до класу задач цілочисельного лінійного програмування.

Оскільки витрати на транспортування вантажів є однією із складових їх вартості, то зменшення транспортних витрат є важливою складовою логістичної стратегії. При цьому суттєвим є не тільки витрати на перевезення вантажів але і максимальне завантаження транспортних засобів, оскільки їх кількість та пропускна спроможність шляхів перевезення є

обмеженими. Таким чином, задачі оптимізації транспортних перевезень мають важливе значення в практичній діяльності майбутніх фахівців транспортної галузі.

В даній роботі ми розглянемо найпростішу модель: задачу про оптимальне завантаження одного транспортного засобу.

Припустимо, що судно має вантажопідйомність M і можливе завантаження предметів n назв. Нехай $k_i, i = \overline{1, n}$ – кількість предметів i -ї назви, які треба завантажити, C_i – прибуток, якій дає транспортування одного предмета i -ї назви, m_i – вага одного предмета i -ї назви. Математична модель задачі в загальному випадку має вигляд:

$$z = C_1 k_1 + C_2 k_2 + \dots + C_n k_n \rightarrow \max$$

за умов, що

$$m_1 k_1 + m_2 k_2 + \dots + m_n k_n \leq M$$

$$k_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

k_i – цілі невід'ємні числа.

Аналіз публікацій. Задачі цілочисельного програмування та методи їх розв'язання досить добре висвітлені в науковій та навчальній літературі. Для розв'язання даної задачі розроблено ряд різноманітних методів: графічний, гілок та границь [1,2], Гоморі [3], динамічного програмування [4] та інші. Методика розв'язання цілочисельних задач розвинута та проілюстрована на прикладах в роботах [5-10]. Але, нажаль, в даних роботах не розглянуто деякі особливості, що виникають при розв'язанні задачі оптимального завантаження транспортного засобу.

Мета роботи. Ми порівняємо ефективність чотирьох методів розв'язання сформульованої задачі у випадку, коли вона має декілька розв'язків

Виклад основного матеріалу. При використанні графічного методу ми будемо область допустимих розв'язків задачі лінійного програмування без обмежень цілочисельності та лінію (площину) нульового рівня. Далі, пересуваючи її паралельно, знаходимо максимальне значення функції z . Якщо воно є цілочисельним, то задача розв'язана. В іншому випадку пересуваємо лінію (площину) рівня в напрямку початку координат доти, поки вона пройде через першу точку з цілими координатами. Ці значення і будуть розв'язками задачі.

Даний метод є наочним і може бути використаний як демонстраційний. Але його недоліком є те, що він може бути використаний лише у випадку двох чи трьох типів вантажу ($n = 2, n = 3$). Зрозуміло, що в реальних умовах $n > 3$.

1. Метод відтинаючих площин або метод Гоморі є одним з найбільш розповсюджених методів відтинання розв'язання цілочисельних задач [1,5,6,8]. Ідея його полягає в тому, що з області G допустимих розв'язків задачі лінійного програмування без обмежень цілочисельності (послабленої задачі) можна виділити підобласть G^* , яка включає всі точки області G з цілими координатами, є опуклою та всі її крайні точки мають цілі координати. Процес розв'язання задачі цілочисельного програмування передбачає додавання до задачі з послабленими умовами нового обмеження і продовження пошуку оптимуму.

2. Суть методу Гоморі:

1. Знаходимо розв'язок послабленої задачі симплекс методом. Якщо її оптимальний розв'язок не містить дробових значень, то він є оптимальним і для початкової задачі.

2. Якщо в оптимальному розв'язку послабленої задачі є дробові значення, то вибираємо змінну з найбільшою дробовою частиною. Виражаємо відповідну базисну змінну через вільні та додаємо додаткове обмеження Гоморі:

$$\sum_{j=1}^n \{a_{ij}\} k_i \geq \{b_j\},$$

де $\{x\}$ – дробова частина числа x .

3. Додаткове обмеження, після зведення його до канонічного виду, приєднуємо до останньої симплекс-таблиці. Отриману нову задачу розв'язуємо і перевіряємо отриманий розв'язок на цілочисельність. Якщо він не є цілочисельним, то алгоритм повторюємо, починаючи з п.2.

Недоліком даного методу є те, що у випадку, коли задача має більш ніж один розв'язок, ми не можемо знайти всі з них.

Метод гілок та границь є одним з найбільш ефективних методів неперервної і дискретної глобальної оптимізації. В його основу покладено той факт, що для одержання розв'язку задачі оптимізації в області допустимих розв'язків, можна розбити її на підмножини, знайти розв'язок задачі на кожній з підмножин і за оптимальне обрати найкраще з отриманих рішень.

Для цього необхідно [1]:

1. Знайти розв'язок даної задачі без урахування умови цілочисельності.

2. Якщо значення змінної в оптимальному плані послабленої задачі $k_i = k_i^*$ є дробовим, то можна стверджувати, що в оптимальному плані цілочисельної задачі для цієї змінної буде виконуватись одна з умов:

$$k_i \geq [k_i^*] + 1 \quad \text{або} \quad k_i \leq [k_i^*].$$

Тому, початкову задачу цілочисельного програмування можна розбити на дві, не пов'язані між собою задачі, в систему обмежень кожної з яких додається перша або друга нерівність.

3. Розв'язати послаблені задачі з додатковими нерівностями. Якщо оптимальні розв'язки є цілими, то фіксуємо їх. Якщо ж оптимальні розв'язки є дробовими, то розглядаємо наступне «розгалуження».

4. Кроки алгоритму, починаючи з 2, виконуються доти, поки не буде знайдено усі цілочисельні розв'язки. Оптимальним розв'язком даної задачі є той з них, значення цільової функції для якого є більшим.

Головний недолік алгоритму методу гілок та границь полягає в необхідності повністю розв'язувати задачі лінійного програмування, асоційовані з кожною із вершин багатогранника допустимих розв'язків. Для задач великої розмірності це вимагає значних і невиправданих, витрат часу. Незважаючи на даний недолік методу, він є найбільш надійним засобом розв'язання цілочисельних задач, які зустрічаються в практичних дослідженнях.

В основу методу динамічного програмування покладено можливість поділу певної задачі на більш прості частини і подальшим поетапним розв'язанням отриманої сукупності. Загальний критерій оптимальності є сумою частинних критеріїв на кожному з етапів.

Позначимо через x_i сумарну вагу предметів, рішення про завантаження яких прийняте на кроках, починаючи з i і закінчуючи n . Обмеження по вазі є єдиним, що пов'язує між собою n кроків прийняття рішення. Нехай $f_i(x_i)$ – максимальний прибуток на кроках починаючи з i і закінчуючи n .

Таким чином, $x_i - x_{i+1}$ є вагою, завантаженою на i -му кроці. Звідси $x_i - x_{i+1} = m_i k_i$ або $x_{i+1} = x_i - m_i k_i$.

Рекурентні співвідношення методу динамічного програмування мають вигляд:

$$f_n(x_n) = \max(C_n k_n)$$

$$f_i(x_i) = \max(C_i k_i + f_{i+1}(x_{i+1})) = \max(C_i k_i + f_{i+1}(x_i - m_i k_i)), \quad i = \overline{1, n}, \quad x_i = \overline{0, M}.$$

Даний метод є найпростішим при розв'язанні задач невеликої розмірності, оскільки не вимагає застосування симплекс методу

Проведемо порівняння ефективності описаних методів на конкретному прикладі.

На баржу вантажопідйомністю 10 вагових одиниць (далі ваг. од.) завантажуються предмети трьох назв. Дані про вагу одного предмета кожної назви і прибутки від його транспортування наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Дані про вагу і прибутки

Номер предмета	m_i ваг. од.	C_i грош. од.
1	5	46
2	3	28
3	2	18

Необхідно знайти варіант завантаження, що забезпечує максимальний прибуток.

Відповідна цілочисельна задача:

$$\begin{aligned} 5k_1 + 3k_2 + 2k_3 &\leq 10 \\ k_i &\geq 0, \quad k_i \in \mathbb{Z}, \quad i = \overline{1, 3}. \\ z &= 46k_1 + 28k_2 + 18k_3 \rightarrow \max \end{aligned} \quad (1)$$

Зазначимо, що у випадку нашої задачі без обмежень цілочисельності область допустимих розв'язків є симплекс з вершинами в точках з координатами $(0; 0; 0)$, $(2; 0; 0)$, $(0; 3\frac{1}{3}; 0)$, $(0; 0; 5)$ (див. рис. 1, а)

Максимальне значення $z_{\max} = 93\frac{1}{3}$ досягається у вершині $(0; 3\frac{1}{3}; 0)$. розглянемо грань симплекса $k_3 = 0$. Тоді пересуваючи лінію рівня в напрямку початку координат отримуємо перший цілочисельний розв'язок (рис. 1, б): $k_1 = 2, k_2 = 0, k_3 = 0; z = 92$.

Оскільки k_1 може приймати лише значення 0 або 1, то перевіряємо чи можна в даних випадках отримати інші оптимальні розв'язки.

При $k_1 = 0$ маємо область допустимих розв'язків:

$$\begin{aligned} 3k_2 + 2k_3 &\leq 10 \\ k_2 &\geq 0, \quad k_3 \geq 0, \end{aligned}$$

та цільову функцію

$$z = 28k_2 + 18k_3 \rightarrow \max$$

Цілочисельним розв'язком цієї задачі є точка з координатами $k_2 = 2, k_3 = 2$ (див. рис.1,в) при цьому $z = 92$.

При $k_1 = 1$, маємо задачу цілочисельного програмування

$$\begin{aligned}
3k_2 + 2k_3 &\leq 10 \\
k_2 &\geq 0, \quad k_3 \geq 0, \\
k_2, k_3 &\in \mathbb{Z} \\
z &= 46 + 28k_2 + 18k_3 \rightarrow \max
\end{aligned}$$

Умови змінились, оскільки при $k_1 = 1$ на баржу вже завантажено 5 вагових одиниць, тобто можливо завантаження ще не більше ніж $10 - 5 = 5$ ваг. од. При цьому прибуток від завантаження однієї одиниці вантажу першої назви дорівнює 46 грош. од., тому загальний прибуток буде дорівнювати сумі прибутку від перевезення інших вантажів та 46.

Графічно (див. рис.1,г) знаходимо оптимальний цілочисельний розв'язок даної задачі $k_2 = 1, k_3 = 1, z = 92$.

Таким чином, маємо три оптимальні плани завантаження:

1. $k_1 = 2, k_2 = 0, k_3 = 0$;
2. $k_1 = 0, k_2 = 2, k_3 = 2$;
3. $k_1 = 1, k_2 = 1, k_3 = 1$;

при застосуванні кожного з яких отримуємо прибуток 92 грош. од.

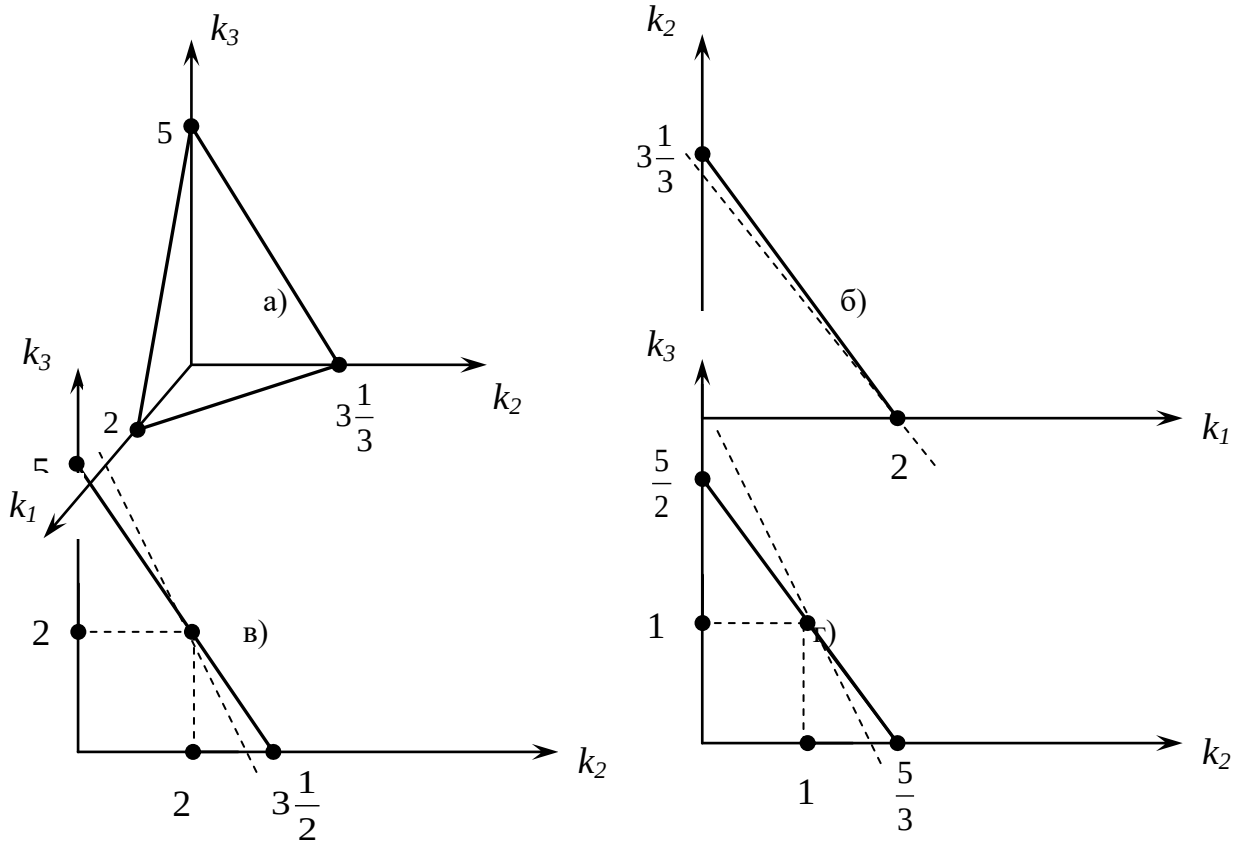


Рисунок 1 – Графічне розв'язання задачі (1)

Метод Гоморі. Для розв'язання задачі (1) без урахування умов цілочисельності зводимо її до канонічної форми, вводячи додаткову фіктивну базисну змінну k_4 . Отримуємо

$$\begin{aligned}
5k_1 + 3k_2 + 2k_3 + k_4 &= 10 \\
k_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,4}.
\end{aligned}$$

$$z = 46k_1 + 28k_2 + 18k_3 \rightarrow \max$$

Розв'яжемо дану задачу симплекс методом (див. табл. 2).

Таблиця 2 – Розв'язання послабленої задачі симплекс методом

	k_1	k_2	k_3	k_4	B	C	K
	46	28	18	0			
	5	3	2	1	10	0	k_4
Δ	-46	-28	-18	0	0		
	1	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	0	2	46	k_1
Δ	0	$-\frac{2}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{46}{5}$	92		
	$\frac{5}{3}$	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{10}{3}$	28	k_2
Δ	$\frac{2}{3}$	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{28}{3}$	$93\frac{1}{3}$		

Таким чином, отримуємо розв'язок

$$K = \left(0; 3\frac{1}{3}; 0; 0 \right), \quad z_{\max} = 93\frac{1}{3}.$$

Оскільки даний розв'язок не є цілочисельним, то продовжуємо розв'язання. Виразимо базисну змінну через вільні:

$$k_2 = 3\frac{1}{3} - 1\frac{2}{3}k_1 - \frac{2}{3}k_3 - \frac{1}{3}k_4.$$

Згідно з алгоритмом методу до обмеження задачі (1) додаємо ще одне:

$$\frac{2}{3}k_1 + \frac{2}{3}k_3 + \frac{1}{3}k_4 \geq \frac{1}{3} \quad (2)$$

Після зведення задачі (1), (2) до канонічної форми, отримуємо М-задачу

$$\begin{aligned} 5k_1 + 3k_2 + 2k_3 + k_4 &= 10 \\ \frac{2}{3}k_1 + \frac{2}{3}k_3 + \frac{1}{3}k_4 + k_5 - k_6 &= \frac{1}{3} \\ k_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,6}. \end{aligned} \quad (3)$$

$$z = 46k_1 + 28k_2 + 18k_3 - Mk_6 \rightarrow \max$$

Внесемо дані в симплекс-таблицю та обчислимо оцінки (див. табл. 3).

Оскільки ми маємо дві від'ємні однакові оцінки, то за нову базисну змінну можна обрати k_1 або k_3 . В залежності від вибору отримаємо два нецілочисельних розв'язки задачі (3).

Повертаючись до кроку 2 отримуємо дві нові М-задачі, розв'язання яких приводить нас до таких цілочисельних розв'язків:

1. $k_1 = 0, k_2 = 2, k_3 = 2$; 2. $k_1 = 2, k_2 = 0, k_3 = 0$.

Обидва вони є оптимальними.

Таблиця 3 – Перша симплекс таблиця розв'язання задачі (3)

k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	В	С	К
46	28	18	0	0	– М			
$\frac{5}{3}$	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{10}{3}$	28	k_2
$\frac{2}{3}$	0	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	–1	1	$\frac{1}{3}$	– М	k_6
$\frac{2}{3} - \frac{2}{3}M$	0	$\frac{2}{3} - \frac{2}{3}M$	$-\frac{1}{3}M$	М	0	$\frac{280}{3} - \frac{1}{3}M$		

Зазначимо, що розв'язок $k_1 = 1, k_2 = 1, k_3 = 1$ не може бути знайдений за допомогою класичного алгоритму симплекс методу, незважаючи на те, що серед оцінок вільних змінних є нульові, що вказує на наявність у відповідних задач множини розв'язків, серед яких можуть бути і цілочисельні.

Метод гілок та границь. Граф розв'язання задачі (1) наведено на рис. 2. На першому кроці отримуємо розв'язок задачі 1 (див. табл. 1):

$$K = \left(0; 3\frac{1}{3}; 0 \right), \quad z_{\max} = 93\frac{1}{3}.$$

Оскільки k_2 є дробовим, то область допустимих розв'язків задачі (1) розпадається на дві. Перша з них

$$5k_1 + 3k_2 + 2k_3 \leq 10$$

$$k_2 \geq 4$$

$$k_i \geq 0, \quad i = \overline{1,3}.$$

є пустою множиною (задача 2), а друга, за умови максимізації функції приводить до задачі 3:

$$5k_1 + 3k_2 + 2k_3 \leq 10$$

$$k_2 \leq 3$$

$$k_i \geq 0, \quad i = \overline{1,3}.$$

$$z = 46k_1 + 28k_2 + 18k_3 \rightarrow \max$$

Зводячи цю задачу до канонічного виду, та розв'язавши її, отримуємо:

$$k_1 = \frac{1}{5}, k_2 = 3, k_3 = 0.$$

Таким чином, знову розглядаємо дві області. Для першої $k_1 \geq 1$ (задача 4), а для другої $k_1 \leq 0$. Але, оскільки усі $k_i \geq 0$, то $k_1 = 0$ (задача 5).

Вчиняючи так далі, отримуємо чотири цілочисельні розв'язки. Оскільки розв'язок задачі 8: $k_1 = 0, k_2 = 3, k_3 = 0$ дає значення цільової функції $z = 84$, то його відкидаємо і маємо три оптимальних плани завантаження баржі, що співпадають із знайденими графічно.

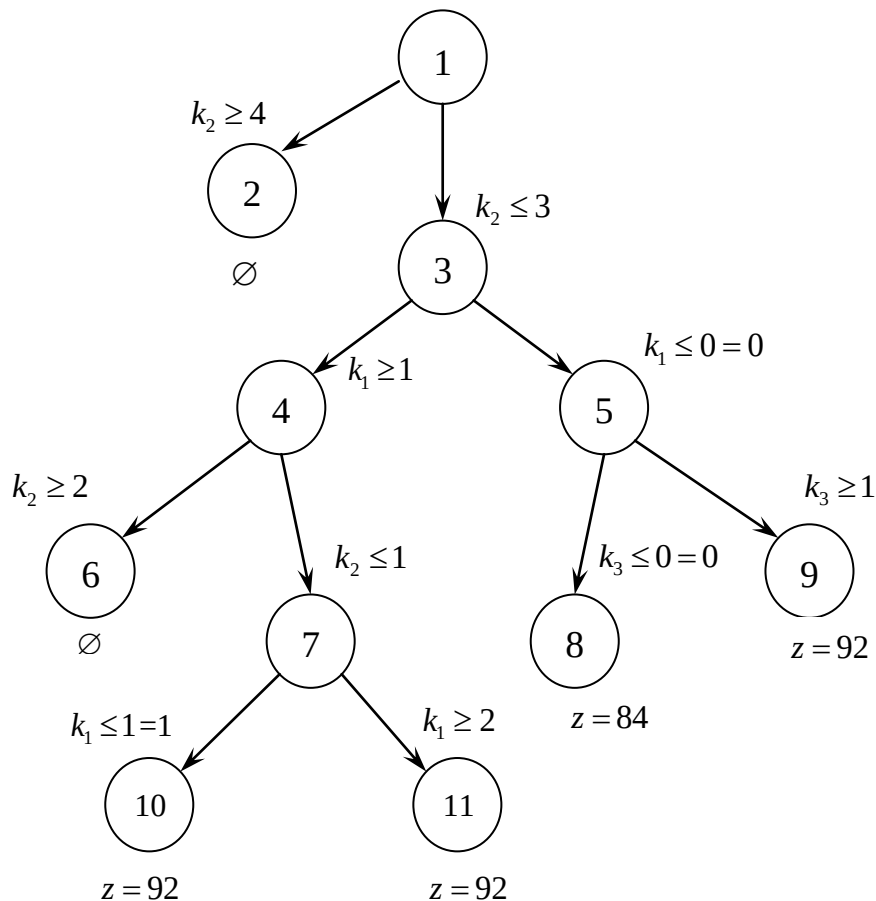


Рисунок 2 – Граф розв'язання задачі (1) методом гілок та границь

Метод динамічного програмування. Оскільки вага одного предмета всіх назв та вантажопідйомність баржі M є цілі числа, то і сумарна вага x_i на кожному кроці може набувати лише цілочислових значень.

Крок 3. Точна вага, яка може бути завантажена на 3-му кроці, невідома, але вона може дорівнювати 0, 2, 4, 6, 8, 10 оскільки $M = 10$. Максимальна кількість предметів 3-го типу, яка може бути завантажена дорівнює 5. Це означає, що можливими значеннями x_3 будуть 0, 2, 4, 6, 8, 10.

Оптимальне рішення на 3-му кроці знаходиться за формулою:

$$f_3(x_3) = \max(18k_3), \quad k_3 = 0, 1, 2, 3, 4, 5.$$

Результати обчислень наведено в таблиці 4.

Оскільки x_3 не може набути значень 1, 3, 5, 7, 9, то для цих значень покладаємо $f_3(x_3) = 0$. Неможливим варіантам завантаження в таблиці відповідає символ «-». Наприклад, при

$k_3 = 2$ ми можемо отримати лише $x_3 = 4$. Усі інші значення сукупної маси є в цьому випадку неможливими. В останньому стовпчику наведено значення k_3 , при яких прибуток є максимальним, тобто дорівнює $f_3(x_3)$ для відповідного x_3 .

Таблиця 4 – Крок 3 розв’язання задачі (1) методом динамічного програмування

x_3	$18k_3$						$f_3(x_3)$	k_{3opt}
	$k_3 = 0$	$k_3 = 1$	$k_3 = 2$	$k_3 = 3$	$k_3 = 4$	$k_3 = 5$		
0	0	-	-	-	-	-	0	0
1	-	-	-	-	-	-	0	-
2	-	18	-	-	-	-	18	1
3	-	-	-	-	-	-	0	-
4	-	-	36	-	-	-	36	2
5	-	-	-	-	-	-	0	-
6	-	-	-	54	-	-	54	3
7	-	-	-	-	-	-	0	-
8	-	-	-	-	72	-	72	4
9	-	-	-	-	-	-	0	-
10	-	-	-	-	-	90	90	5

Крок 2. Знаходимо оптимальне рішення на 2-му кроці (див. табл. 5) із співвідношень

$$f_2(x_2) = \max(C_2 k_2 + f_3(x_3)) = \max(28k_2 + f_3(x_2 - 3k_2))$$

Таблиця 5 – Крок 2 розв’язання задачі (1) методом динамічного програмування

x_2	$28k_2 + f_3(x_2 - 3k_2)$				$f_2(x_2)$	k_{2opt}
	$k_2 = 0$	$k_2 = 1$	$k_2 = 2$	$k_2 = 3$		
0	0+0=0	-	-	-	0	0
1	-	-	-	-	0	-
2	0+18=18	-	-	-	18	0
3	-	28+0=28	-	-	28	1
4	0+36=36	-	-	-	36	0
5	-	28+18=46	-	-	46	1
6	0+54=54	-	56+0=56	-	56	2
7	-	28+36=64	-	-	64	1
8	0+72=72	-	56+18=74	-	74	2
9	-	28+54=82	-	84+0=84	84	3
10	0+90=90	-	56+36=92	-	92	2

Крок 1. Див. табл. 6

$$f_1(x_1) = \max(C_1 k_1 + f_2(x_2)) = \max(46k_1 + f_2(x_1 - 3k_1))$$

Знаходимо тепер оптимальне рішення.

З останньої таблиці бачимо, що на першому кроці максимальний прибуток (92 гр. од.) можна отримати при $x_1 = 10$ ваг. од. Оптимальне завантаження предметів 1-го типу $k_1 = 0, 1$ або 2. Якщо на 1-му кроці завантажити 0 предметів, то на два наступні кроки залишиться вантаж $x_2 = 10$ ваг. од., для якого оптимальним є завантаження двох предметів 2-го типу (див. табл. 4). Це завантаження залишить на 3-й крок вантаж $x_3 = 10 - 2 \cdot 3 = 4$ ваг. од. Із

табл. 3 впевнюємося, що при $x_3 = 4$ оптимальним завантаженням буде завантаження двох предметів 3-го типу.

Таким чином, першим оптимальним рішенням є завантаження 2-х предметів 2-го та двох предметів 3-го типу.

Таблиця 6 – Крок 1 розв’язання задачі (1) методом динамічного програмування

x_1	$46k_1 + f_2(x_1 - 3k_1)$			$f_1(x_1)$	k_{1opt}
	$k_1 = 0$	$k_1 = 1$	$k_1 = 2$		
0	0+0=0	-	-	0	0
1	-	-	-	0	-
2	0+18=18	-	-	18	0
3	0+28=28	-	-	28	0
4	0+36=36	-	-	36	0
5	0+46=46	46+0=46	-	46	0,1
6	0+56=56	-	-	56	0
7	0+64=64	46+18=64	-	64	0,1
8	0+74=74	46+28=74	-	74	0,1
9	0+84=84	46+36=82	-	84	0
10	0+92=92	46+46=92	92+0=92	92	0,1,2

Якщо на 1-му кроці завантажити 1 предмет, то на два наступні кроки залишиться вантаж $x_2 = 10 - 5 = 5$ ваг. од., для якого, як видно з таблиці 4, оптимальним є завантаження одного предмета 2-го типу. Це завантаження залишить на 3-й крок вантаж $x_3 = 5 - 3 = 2$ ваг. од. Із таблиці 3 упевнюємося, що при $x_3 = 2$ оптимальним завантаженням буде завантаження одного предмета 3-го типу.

Другим оптимальним рішенням є завантаження по одному предмету кожного типу.

Якщо ж на 1-му кроці завантажити 2 предмети, то на два наступні кроки залишиться вантаж $x_2 = 10 - 2 \cdot 5 = 0$ ваг. од., тобто третім можливим оптимальним рішенням є завантаження двох предметів 1-го типу.

Висновки. З викладеного вище ми робимо висновок, що метод Гоморі не дає можливості знайти всі розв’язки, метод гілок та границь є досить витратним, а метод динамічного програмування є найбільш ефективним. Однак, слід зазначити, що при розв’язанні задачі оптимального завантаження декількох транспортних засобів, ефективність цього метода значно зменшується. Крім того, його застосування ускладнюється при розв’язанні задач багатокритеріальної оптимізації, коли ми маємо декілька цільових функцій (критеріїв оптимізації).

ЛІТЕРАТУРА

1. Hamdy A. Taha. Operations Research: An Introduction, 10th Edition, ISBN 9780134444017, Boston: Pearson, 2017, 848 pages
2. Harvey M. Wagner. Principles of Operations Research, with Applications to Managerial Decisions, 2nd Revised edition edition, ISBN 978-0137095926, Prentice Hall, 1975, 1039 pages
3. Ackoff, R. L., Sasieni, M. W. Fundamentals of Operations Research, ISBN 9780471003335, John Wiley and Sons, New York, 1968, 468 pages
4. Richard E. Bellman. Dynamic Programming. ISBN 9780691146683, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2010, 392 pages
5. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учебное пособие. 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.

6. Гончаренко Я.В. Математичне програмування. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 184с.
7. Математичне програмування в прикладах і задачах / М.М. Крюков, Т.В. Крижановська, Л.В. Зубко, Т.М. Семененко, Т.С. Клецка. – Київ: ДЕТУТ, 2008. – 107с.
8. Карагодова О.О., Кігель В.Р., Рожок В.Д. Дослідження операцій. – К.: Екомен, 2007. – 256с.
9. Моделювання та методи оптимізації транспортних процесів: навч. посіб./ Андрейцев А.Ю., Вяла Ю.Е., Гейлик А.В., Клецка Т.С., Кліндухова В.М., Крюков М.М., Ляшко О.В., Чабак Л.М. – К.: ДУІТ, 2020. – 117 с.
10. Дослідження операцій в транспортних системах: навч. посіб./ Андрейцев А.Ю., Вяла Ю.Е., Гейлик А.В., Клецка Т.С., Кліндухова В.М., Крюков М.М., Ляшко О.В., Чабак Л.М. – К.: ДУІТ, 2020. – 136 с.

REFERENCES

1. Hamdy A. Taha. Operations Research: An Introduction, 10th Edition, ISBN 9780134444017, Boston: Pearson, 2017, 848 pages
2. Harvey M. Wagner. Principles of Operations Research, with Applications to Managerial Decisions, 2nd Revised edition edition, ISBN 978-0137095926, Prentice Hall, 1975, 1039 pages
3. Ackoff, R. L., Sasieni, M. W. Fundamentals of Operations Research, ISBN 9780471003335, John Wiley and Sons, New York, 1968, 468 pages
4. Richard E. Bellman. Dynamic Programming. ISBN 9780691146683, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2010, 392 pages
5. Akulych Y.L. Matematycheskoe prohammyrovanye v prymerakh y zadachakh: Uchebnoe posobyе. 3-e uzd., ster. – SPb.: Yzdatelstvo «Lan», 2011. – 352 s.
6. Honcharenko Ya.V. Matematychnе prohamuvannia. – K.: NPU imeni M.P. Drahomanova, 2010. – 184s.
7. Matematychnе prohamuvannia v prykladakh i zadachakh / M.M. Kriukov, T.V. Kryzhanovska, L.V. Zubko, T.M. Semenenko, T.S. Kletska. – Kyiv: DETUT, 2008. – 107s.
8. Karahodova O.O., Kihel V.R., Rozhok V.D. Doslidzhennia operatsii. – K.: Ekomen, 2007. – 256s.
9. Modeliuvannia ta metody optymizatsii transportnykh protsesiv: navch. posib./ Andreitsev A.Iu., Viala Yu.E., Heilyk A.V., Kletska T.S., Klindukhova V.M., Kriukov M.M., Liashko O.V., Chabak L.M. – K.: DUIT, 2020. – 117 s.
10. Doslidzhennia operatsii v transportnykh systemakh: navch. posib./ Andreitsev A.Iu., Viala Yu.E., Heilyk A.V., Kletska T.S., Klindukhova V.M., Kriukov M.M., Liashko O.V., Chabak L.M. – K.: DUIT, 2020. – 136 s.

Андрейцев А.Ю., Вяла Ю.Э., Гейлик А.В., Клецкая Т.С., Ляшко О.В.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Данная статья посвящена сравнению методов решения задачи об оптимальной загрузке транспортного средства.

Рассматриваемая задача является одной из задач, которые наглядно демонстрируют преимущества математического моделирования в процессах выработки и принятия решений при планировании транспортных перевозок. Кроме того, данная задача является одной из существенных составляющих логистической программы при планировании доставки грузов.

Целью исследования являлось сравнение различных методов решения на примере задачи об оптимальной загрузке одного транспортного средства.

Эта задача относится к классу задач целочисленного линейного программирования. Существует целый ряд методов её решения. В статье рассмотрены некоторые из них.

Графический метод является самым простым и наглядным. Но его применение становится невозможным, если количество наименований грузов больше трёх.

Метод сечений Гомори основан на отсечении от области допустимых решений задачи с ослабленными ограничениями частей, не содержащих целочисленные решения. Однако, в случае наличия множества решений, он не позволяет найти все оптимальные планы.

Метод динамического программирования является одним из самых простых в применении и не требует громоздких вычислений при решении задач небольшой размерности.

Для демонстрации преимуществ и недостатков указанных методов рассмотрен абстрактный пример задачи оптимальной загрузки, имеющей несколько решений. Описан процесс решения данной задачи каждым из методов. Применение метода Гомори не позволяет найти все оптимальные решения. Метод ветвей и границ приводит к необходимости решения одиннадцати задач линейного программирования. Использование метода динамического программирования показывает, что он является эффективным и наиболее простым в применении.

В заключении, отмечено, что при увеличении количества наименований грузов, метод динамического программирования требует существенного увеличения объёма вычислений. Кроме того, применение данного метода затрудняется при решении задачи об оптимальной загрузке более чем одного транспортного средства.

Ключевые слова. *целочисленное программирование, метод ветвей и границ, метод Гомори, метод динамического программирования.*

Andreytsev A.Yu., Vyala Yu.E., Heylik A.V., Kletska T.S., Liashko O.V.

COMPARISON OF METHODS OF SOLVING THE PROBLEM OF OPTIMAL LOADING OF A VEHICLE

This paper is devoted to a comparison of methods for solving the problem of optimal vehicle loading. The problem under consideration is one of the tasks that clearly demonstrate the advantages of mathematical modeling in the processes of development and decision making in transportation planning. In addition, this task is one of the essential components of the logistics program when planning the delivery of goods.

The aim of the study was to compare various solution methods using the example of one vehicle optimal loading problem.

This problem belongs to the class of integer linear programming problems. There are a number of methods for solving it. The article discusses some of them.

The graphical method is the simplest and most visual. But its usage becomes impossible if the number of goods is more than three.

The cutting-plane method is based on cutting off from the feasible solutions space to a problem with weakened constraints on parts that do not contain integer solutions. However, if there are a variety of solutions, it does not allow to find all the optimal plans.

The branch-and-bound method permits to find all the solutions. However, it requires solving a large sequence of linear programming problems.

The method of dynamic programming is one of the effortless and does not require cumbersome calculations when solving problems of small dimension.

To demonstrate the advantages and disadvantages of these methods, an abstract example of the optimal loading problem, which has several solutions, is considered. The process of solving this problem by each method is described. Application of the cutting-plane method does not allow to finding all optimal solutions. The branch-and-bound method makes it necessary to solve eleven linear programming problems. Using the dynamic programming method shows that it is efficient and not so time-consuming.

In conclusion, it is noted that with an increase in the number of goods, the dynamic programming method requires a significant increase in the volume of calculations. The application of this method is difficult when solving the problem of more than one vehicle optimal loading.

Keywords. *integer programming, Branch-and-Bound (B&B) method, cutting-plane method, dynamic programming method.*

Зайцева Д.О., Рябчук І.О.

ФРАЗЕОЛОГІЗМИ В АНГЛІЙСЬКИХ НАУКОВО–ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТАХ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Специфіка функціональних різновидів вираження інформації не перешкоджає національній єдності мови, тим самим підтверджуючи, що фразеологізми можуть також функціонувати як одиниці номінації спеціальних понять у спеціалізованому науково-технічному тексті професійної мови, а в ряді випадків вони репрезентують підкреслену національну ідентичність автора висловлення.

В статті досліджено питання розповсюдження фразеологізмів у науково-технічних текстах з експлуатації морського транспорту. Розглянуті екстралінгвістичні фактори, що впливають на склад спеціалізованої мови з тематики експлуатації морського транспорту. Показано, що існує прямий зв'язок між значеннями фразеологічних одиниць та змістом науково-технічного тексту.

В статті виділено групи фразеологічних елементів, у концептуальному змісті яких актуалізується представлення про індустрію морського транспорту, як стійко розпізнаваний образ та на прикладі терміну “морської індустрії” досліджені фразеологізми. Доведено, що у переважній кількості випадків фразеологічні одиниці вербалізують комплексний концепт “подолання проблеми”, репрезентуючи розуміння важкої, небезпечної праці як портретного явища індустрії морського транспорту.

Застосовуючи процедури морфемного аналізу ключових компонентів термінологічних словосполучень і дериваційного синтезу в роботі виявлені параметри терміноутворення: використання найбільш продуктивних, легко розпізнаваних, апробованих способів словоутворення; вибір двосторонньої одиниці з передбачуванним заздалегідь, експліцитно представленим значенням на рівні плану змісту; перевага словотворчим моделям, аналогічним вже існуючим зразкам, що забезпечує передбачуваність терміна.

В статті доведено, що різке збільшення обсягу, якості і багатомовності комунікації в сучасних науково-технічних галузях знаходить висвітлення в науковому корпусі мови у виді явища термінологізації фразеологізмів. У цьому процесі фразеологічні одиниці отримують додаткові спеціальні значення і починають функціонувати як багатокomпонентні терміни. Встановлені два напрямки переходу фразеологізмів в розряд термінів: безпосередньо термінологізується сам загальнонавчаний фразеологізм; термін-фразеологізм детермінологізується в загальнолітературній сфері і ретермінологізується в іншій спеціальній сфері, відмінній від першої спеціальної сфери.

Ключові слова. дискурс, експлуатація морського транспорту, термінологічна одиниця, фразеологічна одиниця, language for specific purposes.

Постановка проблеми. Глобалізація світової економіки, зростання ролі морського транспорту у міжнародних відносинах, універсальність англійської мови як засобу міжнаціонального спілкування призводить до необхідності глибокого вивчення специфіки та особливостей побудови її конструкцій в науково-технічних текстах з експлуатації водного транспорту.

Визначення типологічних рис фразеологічних одиниць як частини професійного словника і як важливої частини формування науково-технічного тексту сприяє упорядкуванню

термінології і формуванню словника спеціальних виражень у Language for Specific Purposes (LSP) за тематикою експлуатація водного транспорту.

Вивчення мови галузевої діяльності продиктовано необхідністю провести дослідження в умовах глобальних змін у суспільстві, розширення технічної діяльності людини, удосконалювання його знань про світ і про себе, у тому числі і поглиблення знань людини про мову. Хоча фразеологічний фонд англійської мови достатньо ґрунтовно вивчений, однак ряд питань вимагає подальшої розробки, наприклад: функціональний і концептуальний аналіз стійких фразеологічних одиниць у спеціалізованому тексті за тематикою експлуатації морського транспорту з урахуванням його професійної детермінованості, питання впливу структур спеціального знання на свідомий вибір виразних засобів фахівцем, зіставлення експресивних особливостей фразеологічного обороту і прагматичних характеристик у загальнолітературній та науково-технічній мові.

Аналіз літературних джерел. Матеріалом для проведення дослідження послужили тексти з англомовних журналів спеціалізованої професійної сфери: “Lloyd's Shipping” [1], “Sea Trade” [2], “MER”, “Ocean Voice”, “Lloyd's Register Alert!”, “Port International”, “World Bunkering”, “Sea Technology” [3], “Safety At Sea International”, “Horizon”, “Containerization International” Також у ході дослідження були використані спеціалізовані словники та інша довідкова література наступних видань: “Glossary of Maritime Technology” [4], “Oxford Dictionary of Business English” [5], “Oxford Companion to Ships and the Sea” [6], Теоретичною базою даного дослідження є праці К.Я. Авербуха [7], Н.Ф. Алефіренка [8], В.Н. Бенямової [9], Г.О. Винокура, І.М. Бондаренка [10], В.Д. Бялика [11].

Незважаючи на достатньо широке коло публікацій з зазначеної тематики, можна зробити висновок про недостатність дослідження саме з експлуатації морського транспорту, що призвело до необхідності систематизації і тлумаченні корпусу англійських фразеологічних одиниць, що функціонують у науково-технічних текстах з експлуатації морського транспорту в професійній комунікації, а також у встановленні типології фразеологічних одиниць, як частини професійного словника.

Мета статті. Мета статті полягає в описі і когнітивно-дискурсивному аналізі засобів фразеологізації в англійських науково-технічних текстах за тематикою “Експлуатація морського транспорту”.

Викладення основного матеріалу дослідження. Виділення типів науково-технічних текстів за тематикою експлуатації морського транспорту будується на основі його рівневої стратифікації. Можна виділити 4 рівні представлення знань у даній області:

- 1) науково-теоретичний;
- 2) дидактичний (рівень навчання фахівців);
- 3) науково-технічний;
- 4) науково-популярний.

Визначення типів тексту в науковій прозі проводиться з погляду термінологічної насиченості.

Відповідно з даними рівнями зі зміною прагматичних позицій учасників комунікації, їх професійного складу, зниженням вимог до їх підготовки рівень наукової кодованості повідомлення поетапно знижується в тексті, розмивається термінологічна насиченість тексту, звужується концептуальний обсяг змісту термінологічного позначення. Разом з цим зростає кількість елементів, що виражають суб'єктивну думку, зростає дискусійність повідомлення, стає очевидним застосування мовних стратегій, і, як наслідок, міркування в тексті фразеологізуються.

Дослідження проблеми вибору мовних засобів у науковій комунікації дозволяє засоби професійного спілкування згрупувати в такий спосіб:

- 1) загальнонаукові слова: appropriate, statistics, complexity, latest addition, millenium, to set to service, competitive price, negotiations, to superintend construction, primarily, particularly, open concept;

2) спеціальні слова, тобто терміни: fleet, yard, vessel to date, senior marine engineer, company's office, contract, dock availability, gross tonnage flexibility, prefabricated unit;

3) професіоналізми: Manifest < the Cargo Manifest, the Sea Bee < full cellular type of container carrying vessel, ro-ro < roll-on/roll-off car carrying ferry(vessel), heavy lift < heavy lift ship/crane/cargo handling equipment, to keep out of danger < to give a wide berth, to look out < to keep vigilant;

4) словосполучення, у тому числі стійкі десемантизовані словосполучення, тобто фразеологізми: the whole house of cards, to set one's course to [the edge of the world], there are no sacred cows, a huge act of faith, to lull into a false sense of security, to make strange bedfellows, lost battle, to get back on track, to go black/red, the red tape, to meet the requirements, a near-miss, to drop out of the picture, to beat a path to one's door, to be the breadbasket of the world;

5) стійкі дієслівно-іменні обороти: it seems fanciful to believe, this must sound like a pitch, such services are more likely to be of interest,

6) нетермінологічна лексика, що пов'язує професійний комунікативний потік, тобто дискурсивні маркери: at great length, at large, at least, at worst, at a glance, at one's cost, be a matter of time, be the key [concern/issue/part], be the heart of [operation, project]

7) текстові оператори: to bring consideration into, by all account, by way of, be under discussion, be still a dream, in the meantime, in most cases.

Дослідження свідчать, що специфіка функціональних різновидів вираження інформації не перешкоджає національній єдності мови. Тим самим підтверджуючи, що фразеологізми можуть також функціонувати як одиниці номінації спеціальних понять у спеціалізованому науково-технічному тексті професійної мови. А в низці випадків вони репрезентують підкреслену національну ідентичність автора висловлення.

У ході лінгвістичного аналізу текстів періодичних видань з тематики експлуатація морського транспорту [1–4] встановлено, що збагачення професійної мови в лінгвістичному (лексико-семантичному) аспекті відображається у вигляді:

- консубстанціональних термінів – це запозичення мовних одиниць із загальнолітературної мови та їх подальша термінологізація: frame – 1) заг. рамка, обмеження, 2) морск. шпангоути; claws – 1) заг. пазурі 2) морск. container claws – контейнерний захват;

- поповнення терміносистеми з експлуатації морського транспорту новими лексичними одиницями, отриманими в процесі професійних і наукових контактів фахівців цієї, а також суміжних професій морської індустрії;

- зміни семантичного обсягу терміна, що приводить до наступних семантичних процесів:

- полісемії в терміні: spill {oil spill – забруднення нафтою морської акваторії) у зоні експлуатації морського транспорту “перевезення нафтопродуктів” однозначно, а в зоні загальної лексики може бути багатозначним: 1) злив, 2) видача секрету, 3) падіння з коня.

- синонімії, а частіше паронімії терміна в різних сферах вживання: slack – “сповільнюватися, халатно відноситися до обов'язків”, але: slack away – мор. “відпускати, розмотувати кінець (каната, лина, троса)”;

- метафоричного переносу в основі формування семантики терміна: to stonewall – “заблокувати” – The conference carriers stonewalled against offering volume discounts – “Перевізники, що входять у морську конференцію, заблокували пропозицію знизити оплату великих замовлень”;

- метонімічного переносу: to nail one's colours to the mast – “відкрито відстоювати свої переконання”, to hide one's light under the bushel – “заривати свій талент у землю”, а psychological milestone – “контрольна точка відліку”;

- розвитку відособленої семантики в окремих термінологічних утвореннях: latest addition – 1) останнє доповнення, 2) новітнє судно; negotiations – 1) комерційні переговори, 2) політичні переговори; experience with the vessel – 1) досвід роботи із судном особливого типу, 2) експеримент із судном; flexibility – 1) гнучкість якого-небудь матеріалу, 2) здатність

судна до перевезення вантажів різного типу (властивості і технічні характеристики багатоцільових судів);

– розвитку ідіоматичності в термінах при їх міграції в іншу сферу вживання – текст художньої прози або інший функціональний реєстр: the clean Bill of Health – “виправдання, реабілітація”, to clear the deck – “приготуватися до дій”, a shot in the locker – “можливість, що залишилася”.

До екстралінгвістичних факторів, що впливають на склад спеціалізованої мови з тематики експлуатації морського транспорту відносимо:

- 1) науково-технічний прогрес;
- 2) впровадження нових технологій у промисловість;
- 3) глобалізацію економіки;
- 4) інтернаціоналізацію виробництва, у тому числі в сфері морського транспорту,
- 5) міждисциплінарність науки в науково-виробничій діяльності з експлуатації морського транспорту.

Існує прямий зв'язок між значеннями фразеологічних одиниць та змістом науково-технічного тексту. Таким чином, можна виділити концепти, які вербалізуються у фразеологізмах у вигляді когнітивних карт, фреймів, сценаріїв, схем, абстрактних концептів.

Спираючи на дані концептуальних досліджень [8, 10], виділимо з текстів періодичних видань [1–4] групи фразеологічних елементів, у концептуальному змісті яких актуалізується представлення про індустрію морського транспорту, як стійко розпізнаний образ.

1. Морська індустрія/галузь як “важка праця”:

- Investments and infrastructure are only part of the story, and Cyprus Ports Authority has yet to grasp the painful nettles of service and cost;
- Heavy lift is not a fast buck business;
- The loss of Greek officers, all pensioners, has thrown an unwelcome light on the Seaman's Pension Fund;
- Heavy burden;

2. Морська індустрія/галузь як “кухня”:

- providing heavy lift operators with square meal;
- is too much tonnage (ships) spoiling the broth?

3. Морська індустрія/галузь як “війна” і як “боротьба за виживання”:

- such regulations aim to take actions on two fronts: standardization of maritime terminology and use of a common language in maritime communication;
- the conference carriers stonewalled against offering volume discounts.

4. Морська індустрія/галузь як “успішне в економічному плані підприємство”

- heavy lift shipping is getting back on track;
- VLCC freight soon brought the crude oil business back into the black.

5. Морська індустрія/галузь як “проблемне економічне підприємство”

- This black economy of employing retired Greek seafarers at rock bottom wages is a scandal,
- Politicians allowed Bremer Vulkan to pour finance into weaker yards;

6. Морська індустрія/галузь як “змагання”

- to swamp by cries of foul by fierce international competition;
- to win back the business;
- ports are very much on the ball;

7. Морська індустрія/галузь як “процес будівництва”:

- the regulatory framework is structurally sound;
- the sector is shaping up; ships take their shape

8. Морська індустрія/галузь як “ринок”:

- the market is flat;
- the market is good for us
- second hand ships market.

9. Морська індустрія/галузь і “моральні проблеми”:

- loss of faith;
- the truth hurts and he has much to answer
- he was economical with the truth;

10. Морська індустрія/галузь як “живий організм”:

- the consequence of any cargo tank being breached sends shivers down the collective maritime industry spine;
- with the fast ferry industry in its infancy;
- life of the ship/life span;

У переважній кількості випадків фразеологічні одиниці вербалізують комплексний концепт “подолання проблеми”, репрезентуючи розуміння важкої, небезпечної праці як портретного явища індустрії морського транспорту.

Зважаючи на те, що фразеологія пов’язана з термінологією за параметрами стійкості і відтворюваності, простежимо їх точки дотику. Так, у парадигмі навчання про терміни [7] передбачається точна адекватна розшифровка спеціальної інформації, що відображається в цьому терміні. Терміни виступають номінативними одиницями спеціальних понять різних видів діяльності, а також маркують науково-технічний регістр повідомлень.

Застосовуючи процедури морфемного аналізу ключових компонентів термінологічних словосполучень і дериваційного синтезу, можна виявити такі параметри термінотворення:

- використання найбільш продуктивних, апробованих способів словотворення;
- вибір двосторонньої одиниці з передбачуваним заздалегідь, експліцитно представленим значенням на рівні плану змісту;
- перевага словотворчим моделям, аналогічним уже існуючим зразкам, що забезпечує передбачуваність терміна (це є важливим чинником для термінології та її системного характеру).

Показники частотності кожного ключового елемента термінологічного словосполучення є усередині кожного окремого номінативного класу. Для експлуатації морського транспорту це – найменування транспортних засобів, видів обладнання, функціональних пристроїв, що складає базовий рівень термінологічної системи. Однак найкращі зразки не обмежені цими рамками, а представлені також у більш високому рівні системи, з одиниць якої складається ядро найменувань артефактів і розходиться весь інший простір найменувань технічних реалій.

При цьому периферія термінологічних найменувань рухлива. У той же час вивчення глибинних характеристик виникнення і мовного поведіння термінів і фразеологічних одиниць дозволяє вирішити питання відмінності цих двох порівнюваних видів.

В лінгвістичних дослідженнях виділяють два ступені стійкості морських термінів: відносний та абсолютний.

Терміни, що характеризуються абсолютним типом стійкості, зближаються за своїми характеристиками з фразеологічними одиницями.

Різке збільшення обсягу, якості і багатомовності комунікації в сучасних науково-технічних галузях знаходить висвітлення в науковому корпусі мови у виді явища термінологізації фразеологізмів. У цьому процесі фразеологічні одиниці отримують додаткові спеціальні значення і починають функціонувати як багатокомпонентні терміни. Встановлені два напрямки переходу фразеологізмів в розряд термінів:

- а) безпосередньо термінологізується сам загальноживаний фразеологізм;
- б) термін-фразеологізм детермінологізується в загальнолітературній сфері і ретермінологізується в іншій спеціальній сфері, відмінній від першої спеціальної сфери.

Висновок. Аналіз стійких термінологічних одиниць свідчить, що у даний час відбувається безперервний процес зміни характеру науково-технічних текстів за рахунок більш широкого використання носіями англійської мови фразеологічних одиниць різних типів у тексті. Виклад у науковому дискурсі виключно технічних питань у сучасній науково-технічній

публіцистиці відбувається все частіше з використанням експресивних одиниць ускладненої семантики.

Роль цих стійких одиниць не обмежується тільки оцінною функцією в тих частинах тексту, що присвячені оцінці або обговоренню якісних характеристик предмета дослідження або наукового повідомлення.

Досить часто фразеологічні одиниці виявляються номінативними одиницями артефактів у тих випадках, коли відбувається явище ретермінологізації з наступним утворенням терміна, одиниці, що виступає в тексті як термін – позначення спеціального наукового або технічного поняття, у той же час, зберігаючи риси фразеологізму.

Таким чином, підтверджується думка про те, що елементи науково-практичного дискурсу сьогодні виникають з численних і різноманітних сфер професійної діяльності та сфер професійної комунікації. Значне місце в цьому гібридному конгломераті займають номінативні одиниці з ділових, економічних, фінансових, юридичної сфер, які функціонують нарівні з науковими і технічними термінами сфери експлуатації морського транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Burns, R.H., Bateman, S., Peter, Lehr (2008), Lloyd's MIU "Handbook of Maritime Security 1st Edition", Auerbach Publications, 404 p.
2. "Sea Trade journal", available at: <https://www.globaltrademag.com/tag/sea-trade/> (accessed 6 April 2020).
3. "Sea Technology journal", available at: <https://sea-technology.com/> (accessed 6 April 2020).
4. Swindells, N.S. (1997), "Glossary of Maritime Technology", Institute of Marine Engineers, London, 405 p.
5. Tuck, A. (2018), "Oxford Dictionary of Business English Oxford", Oxford University Press, 1922 p.
6. Kemp, P. (1976), "The Oxford Companion to Ships and the Sea", Oxford University Press, 956 p.
7. Авербух К.Я. Общая теория термина: комплексно-вариологический подход: автореф. дис. ...докт. фил. наук 10.02.19 / Авербух Константин Яковлевич; МГУ.–М., 2005. – 31 с.
8. Алефиренко Н.Ф. Фразеология в свете современной лингвистической парадигмы / Н.Ф. Алефиренко. М.: Элпис, 2008. – 271 с.
9. Беньямова В.Н. Жанры английской научной речи / В.Н. Беньямова. К.: Наукова думка, 1988. – 122 с.
10. Бондаренко И.В. Морская фразеология в языке художественной литературы / И.В. Бондаренко // Балтийский филологический курьер. – 2003. – №2. – С. 98–105 с.
11. Бялик В.Д. Структурно-семантические особенности и мотивированность научно-технических терминов в современном английском языке (на материале терминологии вычислительной техники): дис. ... канд. филол. наук 10.02.04/ Бялик Василий Дмитриевич. –К., 1985. –195 с.

REFERENCES

1. Burns, R.H., Bateman, S., Peter, Lehr (2008), Lloyd's MIU "Handbook of Maritime Security 1st Edition", Auerbach Publications, 404 p.
2. "Sea Trade journal", available at: <https://www.globaltrademag.com/tag/sea-trade/> (accessed 6 April 2020).
3. "Sea Technology journal", available at: <https://sea-technology.com/> (accessed 6 April 2020).
4. Swindells, N.S. (1997), "Glossary of Maritime Technology", Institute of Marine Engineers, London, 405 p

-
5. Tuck, A. (2018), "Oxford Dictionary of Business English Oxford", Oxford University Press, 1922 p.
 6. Kemp, P. (1976), "The Oxford Companion to Ships and the Sea", Oxford University Press, 956 p.
 7. Averbukh, K. Ya. (2005), "The general theory of the term: complex variological approach: Author's thesis", Moscow, 31 p.
 8. Alefirenko, N. F. (2008), "Frazеологія в світє соременної лінгвістическої парадигми" [Phraseology in the light of the modern linguistic paradigm], Elpis, Moscow, 271 p.
 9. Ben'yamova, V. N. (1988), "Zhanry angliiskoi nauchnoi rechi" [Genres of English Scientific Speech], Naukova dumka, Kiev, 122 p.
 10. Bondarenko, I. V. (2003), "Morskaya frazeologiya v yazyke khudozhestvennoi literatury" [Marine phraseology in the language of fiction], *Baltic philological courier*, No. 2, pp. 98–105/
 11. Byalik, V. D. (1985), *Structural and semantic features and motivation of scientific and technical terms in modern English (based on the terminology of computer technology): dissertation*, Kiev, 195 p.

Зайцева Д.А., Рябчук И.А.

ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ В АНГЛИЙСКИХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТАХ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА

Специфика функциональных разновидностей выражения информации не препятствует национальному единству языка, тем самым подтверждая, что фразеологизмы могут также функционировать как единицы номинации специальных понятий в специализированном научно-техническом тексте профессионального языка, а в ряде случаев они представляют подчеркнутую национальную идентичность автора высказывания.

В статье исследованы вопросы распространения фразеологизмов в научно-технических текстах по тематике эксплуатации морского транспорта. Рассмотрены экстралингвистические факторы, влияющие на состав специализированного языка по тематике эксплуатации морского транспорта. Показано, что существует прямая связь между значениями фразеологических единиц и содержанием научно-технического текста.

В статье выделены группы фразеологических элементов, в концептуальном содержании которых актуализируется представление об индустрии морского транспорта, как устойчиво распознаваемый образ и на примере термина "морской индустрии" исследованы фразеологизмы. Доказано, что в подавляющем числе случаев фразеологические единицы вербализуют комплексный концепт "решения проблемы", представляя понимание тяжелого, опасного труда как портретного явления индустрии морского транспорта.

Применяя процедуры морфемного анализа ключевых компонентов терминологических словосочетаний и деривационного синтеза в работе выявлены параметры терминообразования: использование наиболее продуктивных, легко распознаваемых, апробированных способов словообразования; выбор двусторонней единицы с предполагаемым заранее, эксплицитно представленным значением на уровне плана содержания; преимущество словообразовательным моделям, аналогичным уже существующим образцам, что обеспечивает предсказуемость термина.

В статье доказано, что резкое увеличение объема, качества и многоязычия коммуникации в современных научно-технических областях находит отражение в научном корпусе языка в виде явления терминологизации фразеологизмов. В этом процессе фразеологические единицы получают дополнительные специальные значения и начинают функционировать как многокомпонентные термины. Установлены два направления перехода фразеологизмов в разряд терминов: непосредственно терминологизируется сам общеупотребительный фразеологизм; термин-фразеологизм детерминологизируется в общелитературной сфере и ретерминологизируется в другой специальной сфере, отличной от первой специальной сферы.

Ключевые слова: дискурс, эксплуатация морского транспорта, терминологическая единица, фразеологическая единица, language for specific purposes.

Zaitzeva D., Ryabchuk I.

PHRASEOLOGIES IN ENGLISH SCIENTIFIC AND TECHNICAL TEXTS ON OPERATION OF MARINE TRANSPORT

The specificity of the functional varieties of the expression of information does not impede the national unity of the language, thereby confirming that phraseological units can also function as units of the nomination of special concepts in the specialized scientific and technical text of a professional language, and in some cases they represent the emphasized national identity of the author of the statement.

The article explores the distribution of phraseological units in scientific and technical texts on the topic of the operation of maritime transport. Extralinguistic factors affecting the composition of a specialized language on the topic of the operation of maritime transport are considered. It is shown that there is a direct relationship between the values of phraseological units and the content of the scientific and technical text.

The article identifies groups of phraseological elements, in the conceptual content of which the idea of the marine transport industry is updated as a stably recognizable image, and phraseological units are studied using the term "marine industry" as an example. It is proved that in the overwhelming majority of cases, phraseological units verbalize the complex concept of "problem solving", representing an understanding of hard, dangerous work as a portrait phenomenon of the maritime transport industry.

Applying the procedures of morphemic analysis of the key components of terminological phrases and derivational synthesis, the parameters of term-assimilation are identified in the work: the use of the most productive, easily recognizable, tested methods of word formation; selection of a two-sided unit with the expected value explicitly presented at the level of the content plan; advantage of word-building models similar to already existing patterns, which ensures the predictability of the term.

The article proves that a sharp increase in the volume, quality and multilingualism of communication in modern scientific and technical fields is reflected in the scientific corpus of the language in the form of a terminization phenomenon of phraseological units. In this process, phraseological units receive additional special meanings and begin to function as multicomponent terms. Two directions of the transition of phraseological units into the category of terms are established: the commonly used phraseological unit itself is directly terminized; the phraseological terminology is determininized in the general literary sphere and reterminologized in another special sphere, different from the first special sphere.

Keywords: discourse, operation of sea transport, terminological unit, phraseological unit, language for specific purposes.

Аксьонов А.В., Нечитайло В.І.

ОСТІЙНІСТЬ СУДЕН - ВІД АРХІМЕДА ДО НАШИХ ДНІВ

Остійність і міцність корпусу судна - важливі морехідні якості, від яких залежить доля судна та екіпажу. Закони, яким підкорюються морехідні якості судна, повинні знати не тільки суднобудівники, але і судноводії. Це дозволяє вирішувати найрізноманітніші завдання, що зустрічаються у практиці експлуатації суден, а знання морехідних і конструктивних особливостей судна дозволяє капітану грамотно оцінювати ризики штормового моря та поведінку судна за таких умов плавання і, тим самим, запобігати аваріям.

Міжнародна морська організація ІМО після свого створення приступила до розробки критеріїв остійності для непошкоджених суден, кульмінацією її роботи стало завершення розробки Кодексу остійності для всіх типів суден, який було прийнято Комітетом з безпеки на морі (КБМ) на 85 сесії у 2008 році. Міжнародний Кодекс остійності суден у непошкодженному стані містить в одному документі обов'язкові вимоги і рекомендовані положення, що стосуються остійності непошкоджених суден, які істотно впливають на конструкцію та безпеку плавання суден.

Ключові слова: безпека судна, остійність судна, статична остійність, динамічна остійність, критерії остійності судна, норми остійності, будівництво суден.

Постановка проблеми. Затоплення через недостатню плавучість і перекидання через недостатню остійність - дві основні загрози виживання судна у морі. Таким чином, запобігання затоплення і перекидання суден є важливою складовою частиною безпеки судноплавства, збереження життя людей і захисту навколишнього середовища при морських перевезеннях. Ці два аспекти мали надзвичайно різні особливості розвитку в історії. Як ми з'ясуємо, зазначені загрози значною мірою були пов'язані з відмінностями розуміння безпосередньої небезпеки і логічними підходами при вирішенні фізичних та математичних концепцій. Важлива зміна у сприйнятті проблеми також відбулася зі зміною принципів руху судна, зокрема переходом від вітрильних до механічних рушіїв суден.

Актуальність статті полягає в демонстрації розвитку критеріїв та норм остійності від Архімеда до наших днів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання теорії та практики остійності суден отримали розвиток в наукових працях стародавніх вчених Архімеда, Галілео Галілея [17], П.Бугера [3], Л. Ейлера, С. Стевіна [10] та ін.

Аналіз сучасних підходів щодо остійності суден визначив проблему, пов'язану з відсутністю цілісної системи, що потребує подальшого дослідження.

Стаття складена на основі джерел і цитат відповідних публікацій. Прийнята фразеологія для історичних періодів не може використовуватися у стандартному застосуванні. Автори адаптували її тільки лише для викладу поступового розвитку науки про остійність суден.

Мета статті. Метою статті є розширення відомостей щодо теоретичних основ і нормування остійності судна.

Виклад основного матеріалу. Вважається, що людина навчилася переміщатися водою на спеціально створених плавучих засобах близько сорока тисяч років тому, не розуміючи, як і чому це було можливо. Завдяки набутій практиці плавання, вона могла приблизно точно уявити скільки вантажу може прийняти його «судно», щоб залишатися на плаву для більш-менш безпечного плавання. На зорі суднобудування сліпо використовувався із покоління у покоління набутий досвід, що накопичувався дорогою ціною. Не було ні узагальнення цього досвіду, ні будь-якої уяви щодо фізичних основ плавання тіл.

Хоча поняття плавучості і остійності були відомі раніше, основні закони гідростатики плаваючих тіл були виведені лише за 230 років до н. е. великим фізиком і математиком давнини – Архімедом. Він був першим, хто сформулював основний закон плавучості і основного поняття мореплавства судна. Проте, недавно було з'ясовано, що він також заклав основи науки з остійності плаваючих тіл, а саме, введення поняття рівноваги пари сил або моментів.

На сьогоднішній день остійність судна - це така його властивість, завдяки якій судно при дії на нього зовнішніх факторів (вітер, хвилі і ін.) і внутрішніх процесів (зміщення вантажів, переміщення рідких запасів, наявність вільних поверхонь рідини у відсіках тощо) не перевертається. Остійність судна - одна з його найважливіших морехідних якостей: плавучості, остійності, швидкохідності, качки, керованості. При цьому розділи кораблебудування, відомі як плавучість і остійність судна, безпосередньо засновані на законах Архімеда, але не ясно, чи були його ранні висновки з остійності плаваючих параболоїдів узагальнені ним на реальних формах суден чи ні. Не викликає сумнівів і той факт, що після деяких великих наукових досягнень в еллінську епоху настало довге мовчання (Руссо, 2004) [16]. Отримані знання залишалися невикористаними століттями (або просто ігнорувалися).

Період Реформації. Перші наукові праці, присвячені реалізації проблем остійності при будівництві суден, з'явилися приблизно у XVI ст. та поступово кораблебудування стало перетворюватися у науку.

У 1586 році голландський інженер і математик Симон Стевін (завдяки якому були введені в Європі десяткові дробі), у праці «Принципи рівноваги» [10] підтвердив закон Архімеда і довів, що для рівноваги плаваючого тіла його центр ваги повинен лежати на одній вертикалі з центром величини, що розташований у центрі ваги обсягу підводної частини судна.

Майже одночасно зі Стевіном ті ж питання гідростатики вирішував італійський вчений Галілео Галілей. У його науковій праці «Міркуваннях про тіла, що перебувають у воді, і про ті, які в ній рухаються» (1612 р.) було викладено оригінальний підхід до обґрунтування теорії плавання тіл [1].

Незважаючи на всю простоту і ідентичність, закон Архімеда та наукові дослідження вищезазначених вчених довго не знаходили застосування у практиці суднобудування. Минуло майже 2000 років до події, коли у 1666 році англійський суднобудівник Антоні Дін при будівництві корабля «Ruppert» передбачив його осадку раніше спуску на воду. На доказ правильності своїх розрахунків були прорізані гарматні порти, коли судно було ще на стапелі. Ставши у 1684 р. інспектором кораблебудування англійського флоту, він видав наказ щодо зважування усіх частин корпусу і вантажів, що входять в оснащення, а також постачання, бойового озброєння судна та іншого для всіх суден того часу [3].

Слід згадати, що в останню чверть XVII ст. відбувся розвиток математичних наук. В Англії це був час самого розквіту Ісаака Ньютона, шанованого рівним Архімеду. У травні 1686 року з'явився в світі його твір «Математичні початки натуральної філософії», який знаменитим математиком Лагранжем було названо «визначним твором людського розуму» [11].

У той же час на континенті працювали Лейбніц і його учні брати Бернуллі, які розвивали винаходи (незалежно один від одного), роботи Ньютона і Лейбніца з обчислення нескінченно малих величин давали можливість загальними та простими правилами вирішувати аналітично ті завдання, які з великими труднощами піддавалися синтезу у минулому.

Таким чином, Ів. Бернуллі і його учень Леонард Ейлер перші почали застосовувати «нову математику» для вирішення питань, що стосуються суднобудування.

Разом з тим, перейти від існуючих теоретичних формулювань до практики довгий час не дозволяв загальний рівень розвитку світової науки і техніки. Проте, хоча навчальні заклади були вже у всіх морських країнах, знання однієї людини не відразу ставали надбанням всього людства, а знання людства - надбанням кожного.

Таким чином, розвиток остійності судна, як науки, відбулося в кінці XVIII-го ст. заснованої на введенні понять метacentра і відновлювального моменту, розроблених П'єром Бугером і Леонардом Ейлером, що підтверджується і загальною теорією остійності корабля О.М. Крилова, яка спирається на двотомну монографію Ейлера.

Також, важливо відзначити, що після яскравого, але ізольованого спалаху генія Архімеда, вирішальний прогрес у вивченні остійності корабля, яким ми його знаємо зараз, прийшов (в основному) від географа П'єра Бугера. В результаті з'явилося поняття метacentра, тобто верхнє обмеження положення центру ваги, що гарантує малу або початкову остійність.

Викладена міра остійності судна П. Бугером, що є строго точною для малих кутів крену, але вона також дозволяє оцінити, практично з достатньою точністю, відносну остійність суден звичайної форми на досить великих кутах крену [3].

Розрахунки П. Бугера для отримання висоти метacentра, внаслідок їх простоти і близького наближення до правильних результатів, надають загальні оцінки остійності. Суднобудівникові дуже важливо бути знайомим з механічними принципами, від яких залежить остійність судна і він повинен бути здатний точно розрахувати остійність судна будь-якої форми при будь-якому кінцевому куті крену. На жаль, ідея П. Бугера не мала реального практичного застосування у цьому напрямку.

Розвиток остійності судна. 7 вересня 1870 р. англійський броненосний монітор "HMS Captain" здійснював навчальне плавання, але почався шторм і вночі корабель раптово перекинувся та затонув, при цьому решта 10 кораблів ескадри успішно витримали 6-бальний шторм. З 550 членів команди врятувалося тільки 18 вахтових. У числі загиблих був і автор проекту, капітан Купер Кольз.

Головний конструктор ВМС Англії Едвард Рід (1830-1906 рр.) за результатами трагічної загибелі новітнього англійського броненосця опублікував свою фундаментальну наукову працю «Остійність кораблів», у ній він зобразив діаграму остійності судна на великих кутах крену, яка з тих пір носить назву діаграма Ріда. У цій праці доведено, що "HMS Captain" побудований кораблебудівником Купером Кользом при динамічній дії шквалу повинен був перекинутися вже при 12-13 ° крену, тоді як для броненосця "HMS Monarch" (розроблений Едвардом Джеймсом Рідом), цей небезпечний стан починається тільки з 23 ° [17].

Отже, видається природнім, що оцінка остійності судна і визначення його мінімальної остійності повинні були привертати увагу дуже давно. Проте, це було далеко не так. Тільки близько ста років після формування принципів теорії плавучості та аварії, що відбулася, стало зрозуміло, яке велике значення мають характеристики остійності судна для його морехідних якостей. З того часу оцінка динамічної остійності судна увійшла у повсякденну практику проектування суден, а діаграму статичної остійності ще довгі роки називали діаграмою Ріда.

Невеликий інтерес до оцінки остійності судна пояснюється дуже просто. Поки вітер був рушійною силою для вітрильних суден, будь-якому з них належало мати порівняно високий надводний борт, без теоретичного вивчення питання.

У XIX ст. парус змінився паровою машиною і гребним гвинтом, а дерев'яний корпус був витіснений залізним. Будівництво інших типів суден вимагало усвідомленого підходу, проте продовжувала використовуватися добре перевірена практика спорудження вітрильних суден, що спричиняло кричущі порушення будівельних норм. Ні атестат, ні диплом, ні королівське звання не гарантували, що побудоване судно буде надійним. Простежимо, як же відбувалося

поглиблення змісту поняття «остійність», тим більше, що збагачення досвідом і процес пізнання в цій області давалися дорогою ціною: ціною життя [14].

Сучасний період. Значення досліджень Е. Ріда з остійності суден було величезним тому, що вони вже найближчим часом дали свої плоди, зберігши життя багатьом поколінням моряків в усьому світі. Здавалося б, що проблема забезпечення остійності сприяє розвитку кораблебудування з самого його зародження та, нарешті, може бути знята. Проте, перекидання суден від втрати остійності досі є основною причиною їх загибелі, що вимагає від корабельної науки подальших зусиль у цьому напрямку.

Важливим кроком у теорії, що розглядається можна вважати пропозицію Л. Беньяміна нормувати не статичну, а динамічну остійність (1913 р). Наукові дослідження в областях остійності дозволили прийти до висновку, що найбільш небезпечним для судна є динамічна дія зовнішніх сил. При цьому він вказав мінімальні значення пліч динамічної остійності 0,05м і 0,2 м при кутах крену рівних 30° і 60°. Однак, у пропозиції Л. Беньяміна був відсутній безпосередній зв'язок нормованих параметрів остійності, з характеристиками діючих на судно зовнішніх сил [8].

Такий зв'язок з'явився у дослідженнях двадцятих років нашого століття, які були присвячені проблемі нормування початкової остійності та виразилися у врахуванні статичного дії кренувального моменту від тиску вітру певної сили та опору води сталому бічному руху судна. Дія хвилювання відображалась непрямим шляхом: рекомендувалося початкову метацентричну висоту вибирати такою, щоби уникнути резонансної бортової качки на хвилях, що характерні для передбачуваного району плавання. Теорія бортової качки була розроблена В. Фрудом ще у 1871 році, а теорія кільової качки О.М. Криловим у 1896 році. У 1898 році він отримав золоту медаль Лондонського товариства корабельних інженерів за роботу "Про зусилля, які випробовує судно на хвилі". У ній пропонувалась методика визначення згинальних моментів і перерізуювальних сил, що діють на корпус. У 1908 році ним видався перший у світі курс з "Вібрації суден" і було створено пристрій для реєстрації напруг, що виникають у конструкціях судна. У нього були роботи з теорії стабілізації судна та з створення приладів для зменшення хитами [20].

Подальше формування теорії норм остійності склалося в 30-х роках минулого століття і засноване на двох статтях. Перш за все, П'єрротт (Pierrottet, 1935) [13] у своїй праці заклав основи того, що пізніше стане критерієм погоди. У своїй доповіді перед членами Королівського інституту він запропонував докласти всіх зусиль для наукового вивчення остійності суден і забезпечення того, щоб конструктори не нехтували проблемами остійності при проектуванні суден і висловив сумніви, що така мета може бути досягнута без застосування обов'язкових правил. У завданнях нормування остійності це була перша спроба врахувати кренувальну дію хвилювання розрахунковим шляхом. На жаль, минуло багато часу, перш ніж його робота увійшла в основи для нових правил у класифікаційних товариствах.

Вагомий внесок в теорію і практику нормування остійності вніс у передвоєнні роки Я. Рахола [14]. Він запропонував здійснювати оцінку остійності порівнянням робіт відновлювального моменту і розрахункового кренувального моменту від переміщення пасажирів, з сумарною роботою кренувальних моментів від тиску вітру і від сталої циркуляції.

Таким чином, можна зробити висновок, що до другої світової війни теорія нормування остійності розвивалася тільки у працях окремих дослідників. Офіційних норм остійності морських суден не існувало, і на практиці застосовувалися лише приватні, не завжди узгоджені між собою рекомендації. Таке становище значною мірою пояснювалося відсутністю і в океанографії, і в теорії мореплавства досить надійних методів опису та розрахунку хвилювання, гідродинамічних сил і обумовленого ними неусталеного руху судна. У післявоєнні роки у ряді країн, почалася інтенсивна робота з встановлення державних стандартів остійності. Наприклад, в СРСР теоретико-експериментальним вивченням питань

нормування та створення норм остійності для цивільних морських суден займалися науково-дослідні інститути морського флоту. За результатами цих досліджень і узагальнення досвіду експлуатації суден, перш за все даних аварійної статистики, Морським Регістром СРСР в 1948 році були випущені перші в історії цивільного судноплавства офіційні норми остійності морських суден, які після суттєвої переробки були знову видані в 1959 р, і двічі, в 1963 і 1967 рр., перевидавалися [19].

Трохи пізніше офіційні норми остійності з'явилися і за кордоном - у США (1952 р), в Японії (1958 р), в Югославії (1958 р), у Китаї, у Франції. В ряді країн, де були відсутні санкціоновані урядом норми, широко використовувалися числові критерії для різних класів суден, запозичені з зарубіжних правил або запропоновані окремими фахівцями [9]. Таким чином, ідея нормування остійності отримала міжнародне визнання. Це призвело до того, що рішенням Конференції з охорони людського життя на морі (1960), була утворена спеціальна робоча група при відповідному Підкомітеті ІМКО (Міжурядової Морський Консультативної Організації), яка розробила критерії остійності непошкоджених суден допустимих для флоту всіх країн - учасниць ІМКО. У 1982 році ІМКО була перейменована в Міжнародну морську організацію (ІМО) [18].

Критерії регламентували початкову остійність і характерні параметри статичної та динамічної остійності на великих кутах крену, розрахунок яких повинен проводитись за уніфікованими правилами. Окрім того, було прийнято спеціальне рішення щодо продовження пошуків в області остійності суден на хвилюванні, з метою переходу в майбутньому, від спрощених до фізично більш обґрунтованих критеріїв.

Розвиток норм остійності йшов шляхом їх ускладнення. Наприклад, у правилах морського Регістру судноплавства 1995 року вимагалось, щоб вона була позитивною. У Правилах 2003 року вона уже повинна бути не менше 0,15 м [15]. Але одного цього критерію недостатньо - низькобортне судно, з позитивною початковою остійністю, може перекинутися при вході палуби в воду. Тому потребувалося встановити вимоги до параметрів діаграми остійності: кутів максимуму і закату діаграми та її максимальному плечу. Зазначені критерії регламентують статичну остійність і не враховують експлуатаційні динамічні дії. Вже досить тривалий час основним критерієм вважається «критерій погоди», який характеризує динамічну остійність судна при спільній дії вітру і хвиль. В останні роки, крім згаданих вимог, з'явилися додаткові вимоги, які регламентують динамічну остійність. Фізичний зміст критерію погоди простий і зрозумілий. Найбільшу небезпеку з точки зору можливості перекидання представляє випадок, коли судно, розташоване лагом до вітру й хвилювання, відчуває сильну качку. У момент, коли воно в результаті хитами нахилилося на максимальний кут (для визначеності - на лівий борт), налетів шквал. Після цього судно нахилиється на правий борт через спільну дію пориву вітру і хвиль. Згідно лінійної теорії динамічної остійності нахил судна від обох впливів можна розраховувати окремо, а потім скласти результати. Від кожної із зазначених причин максимальний крен на правий борт досягається через $\frac{1}{2}$ власного періоду качки. При цьому не повинно статися перекидання.

Успіхи у створенні національних і особливо міжнародних стандартів остійності багато в чому пов'язані зі зміцненням теоретичної бази нормування остійності. За останні роки отримані принципово нові результати з питань океанографії, гідродинаміки і теорії корабля, що мають безпосереднє відношення до оцінки остійності суден в небезпечних умовах плавання. У числі найбільш важливих з них слід назвати розроблені ефективні статистичні і спектральні методи опису реального морського хвилювання, створення гідродинамічної теорії качки і методів розрахунку її гідродинамічних параметрів, розвиток нелінійної теорії коливань і методів розрахунку качки великої амплітуди [2, 12]. Створення теорії і методів розрахунку качки суден на нерегулярному хвилюванні, розвиток теорії динамічної остійності судна в умовах вітру і хвилювання дозволяє здійснити оцінку впливу рідких вантажів у цистернах на остійність і качку суден, проводити дослідження зміни остійності на попутних курсових кутах до хвилювання.

Незважаючи на зростання водотоннажності, автоматизації морських суден приладами, які оцінюють їх реальну остійність по динаміці бортовий і кильової качки судна, сучасного рівня вимірювальної техніки і математичних методів аналізу та прогнозу стану мореплавності у поєднанні з можливостями технічного оснащення робочих місць, штормові умови, залишаються однією з головних причин аварій і загибелі суден. Актуальність цього завдання визначається тим, що частка роботи морського судна в умовах вітру і хвилювання становить в середньому 65-70% його ходового часу. Широке розмаїття типів, розмірів судів і їх експлуатаційних особливостей і навколишніх умов, проблема безпеки пов'язана з остійністю суден остаточно ще не вирішена. Зокрема, безпека суден у морі включає складні гідродинамічні процеси, які до сих пір не були повністю досліджені і зрозумілі.

Тому, цілком закономірно, що міжнародні органи і національні морські адміністрації різних держав, що відповідають за безпеку мореплавання, будівництво та експлуатацію суден, прийняли ряд важливих документів, що регламентують вимоги до їх остійності. Судноводії усіх прапорів повинні знати, суворо дотримуватися і виконувати ці важливі вимоги як при виконанні вантажних операцій у портах відходу і приходу, так і протягом рейсу.

У першу чергу мова йде про так званий Міжнародний Кодекс остійності суден у непошкоджену стані 2008 року (КОДЕКС ОНС 2008 року), що був прийнятий Комітетом з безпеки на морі (КБМ) на вісімдесят п'ятій сесії, його текст викладено в додатку 2 Резолюції А.749 (18). Кодекс ОНС 2008 року (далі - Кодекс) почав діяти з 1 липня 2010 року після внесення і вступу в силу відповідних поправок до Конвенції СОЛАС 1974 року і до Протоколу 1988 року до Конвенції про вантажну марку [4, 6].

При розробці Кодексу були враховані такі фактори: стан судна з виведеною з ладу енергетичною установкою; вплив вітру на судна з великою парусністю; характеристики бортової качки, бурхливе море та ін., що засновані на передових технологіях і сучасному рівні знань. Кодекс складено на підставі опрацьованих множинних документів ІМО, з метою об'єднати в одному документі обов'язкові вимоги (частина А) [4] і рекомендовані положення (частина В) [5], як базисних основ відповідних стандартів безпеки.

Висновок. Велика різноманітність типів і розмірів суден у світовому океані, експлуатаційні та екологічні умови вимагають подальших оптимальних підходів у вирішенні проблем безпеки судноплавства та недопущення аварій, що відносяться до остійності.

При цьому Міжнародна морська організація ІМО своєю майбутньою метою ставить індивідуальний розгляд наступних п'яти можливих проблем остійності: для судна з виведеною з ладу енергетичною установкою (dead ship condition); для судна розташованого на гребені хвилі, коли зменшується відновлювальне плече; брочінг (broaching), включаючи розгляд питань, що пов'язані з маневреністю і здатністю утримувати курс, оскільки вони впливають на остійність, надмірні прискорення; параметричний резонанс, включаючи розгляд питань, пов'язаних з великими прискореннями і навантаженнями на вантаж і зміною остійності на хвилях.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Barnes F.** On a New Method of Calculating the Statical and Dynamical Stabilities of a Ship. Transactions of the Institution of Naval Architects. 1861. Vol. II, P. 163.
2. **Bassler C.,** Belenky, V., Bulian, G, Francescutto, A., Spyrou, K., and Umeda, N. A review of available methods for application to second level vulnerability criteria. Proceedings of the 10th International Conference on Stability of ships and ocean vehicles. STAB. Saint Petersburg, 2009, PP. 111–128.
3. **Bouguer P.** Traité du Navire, de sa Construction et de ses Mouvements. 1746. Paris: Jombert.
4. **Code** of Intact Stability for all Ships Covered by IMO Instruments. RES. A.749 (18). Assembly 18th session. (Adopted on 4 November 1993). International maritime organization. London.

-
- URL: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Assembly/Documents/A.749\(18\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Assembly/Documents/A.749(18).pdf)
5. **Development** of Second Generation Intact Stability Criteria. Development of Amendments To Part B of The 2008 IS Code on Towing, Lifting and Anchor Handling Operations. Report of the working group (Part 1).SDC 2/WP.4, 2015. IMO. London. 250 p
 6. **International** Code on Intact Stability, 2008. IS Code. 2008. IMO. London. 250 p.
 7. **Francescutto A.**, Papanikolaou, A. Buoyancy. Stability and Subdivision: From Archimedes to SOLAS 2009 and the Way Ahead. International Journal of Engineering for the Maritime Environment. Proceedings Institution of Mechanical Engineers. 2011. Part M. Vol. 225, PP. 17-32.
 8. **Francescutto A.**, Serra A., Scarpa S. A Critical Analysis of Weather Criterion for Intact Stability of Large Passenger Vessels. Proceedings 20th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. 2001. Rio de Janeiro. Vol. 1, pp. 829-836.
 9. **Lewis E. V.** Principles of Naval Architecture Second Revision. Vol. I, Stability and Strength. The Society of Naval Architects and Marine Engineers. Pavonia Avenue Jersey City, NJ. 1988. PP. 330.
 10. **Moseley H.** On the Dynamical Stability and on the Oscillations of Floating Bodies. Philosophical Transactions of the Royal Society. Vol. 140, 1850. London. PP. 609-643. URL: <https://doi.org/10.1098/rstl.1850.0031>
 11. **Nowacki, H.** and Ferreiro L. D. Historical roots of the theory of hydrostatic stability of ships. 8-th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vechicles (15-19 September 2003, Madrid, Spain). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. 2003. Madrid, Spain. PP.1-30. URL: <http://www.shipstab.org/files/Proceedings/STAB/STAB2003/Papers/Paper%2001.pdf>
 12. **Peters W.**, Belenky V., Bassler C., Spyrou K., Umeda N., Bulian G., Altmayer, B. The second generation intact stability criteria: an overview of development. The Society of Naval Architects and Marine Engineers. 2011. Vol. 119, pp. 225-264. URL: https://www.academia.edu/19859901/The_second_generation_intact_stability_criteria_an_overvie_of_development
 13. **Pierrottet E.** Standards of Stability for Ships. Transactions Institution of Naval Architects. Pavonia Avenue Jersey City, NJ. 1935. Vol. 77, pp. 208-222.
 14. **Rahola J.** The judging of the stability of ships and the determination of the minimum amount of stability - Especially considering the vessels navigating finnish waters. 1939. Technical University of Finland, Helsinki. URL: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/15149>
 15. **Revision** of the Code on Intact Stability. Submitted by Germany. (MSC78/24/1) (15 December 2003) . International maritime organization. 2003. London.
 16. **Russo, L.** The forgotten revolution: how science was born in 300 BC and why it had to be reborn. Springer. Berlin. 2004. p.380.
 17. **White, W. H.**, John, W., On the Calculation of the Stability of Ships and some Matters of Interest Connected Therewith. Transactions Institution of Naval Architects, Vol. XII. 1871. pp. 76-127.
 18. **Weather** Criterion for Large Passenger Ships. Submitted by Italy. (SLF44/INF.6). International maritime organization. 2001. London.
 19. **Липис В.Б., Ремез Ю.В.** Безопасные режимы штормового плавания судов. Москва: “Транспорт”. 1982. 117 с.
 20. **Ремез Ю.В.** Качка корабля. Л.: Судостроение. 1983. 328 с.

REFERENCES

1. **Barnes, F. K.**, (1861). On a New Method of Calculating the Statical and Dynamical Stabilities of a Ship. Trans. INA. Vol. II, p.163.

2. **Bassler, C.**, Belenky, V., Bulian, G, Francescutto, A., Spyrou, K., & Umeda, N., (2009). A review of available methods for application to second level vulnerability criteria. *Proceedings of the 10th International Conference on Stability of ships and ocean vehicles*. STAB 2009, Saint Petersburg, pp. 111–128.
3. **Bouguer, P.**, (1746). *Traité du Navire, de sa Construction et de ses Mouvements*. [Treatise of the Ship, its Construction and Movements]. Paris: Jombert [in French]
4. **Code of Intact Stability for all Ships Covered by IMO Instruments**. RES. A.749 (18). Assembly 18-th Session. (Adopted on 4 November 1993). IMO. London. URL:[http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Assembly/Documents/A.749\(18\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Assembly/Documents/A.749(18).pdf)
5. **Development of Second Generation Intact Stability Criteria**. Development of Amendments To Part B of The 2008 IS Code on Towing, Lifting and Anchor Handling Operations. Report of the working group (Part 1).SDC 2/WP.4. 2015. IMO. London.
6. **International Code on Intact Stability**, 2008. IS Code. 2008. IMO. London. 250 p.
7. **Francescutto, A.**, Papanikolaou, A. D. (2011). Buoyancy, Stability and Subdivision: From Archimedes to SOLAS 2009 and the Way Ahead. *International Journal of Engineering for the Maritime Environment*. Proceedings Institution of Mechanical Engineers. Part M. Vol. 225, pp. 17-32.
8. **Francescutto, A.**, Serra, A., Scarpa, S., (2001). A Critical Analysis of Weather Criterion for Intact Stability of Large Passenger Vessels. *Proceedings 20th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*. OMAE '2001, Rio de Janeiro, Vol. 1, pp. 829-836.
9. **Lewis, E. V.** (1988). *Principles of Naval Architecture Second Revision*. Vol. I, Stability and Strength. SNAME. Pavonia Avenue Jersey City, NJ. pp. 330.
10. **Moseley, H.** (1850). On the Dynamical Stability and on the Oscillations of Floating Bodies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 140, pp. 609-643. URL: <https://doi.org/10.1098/rstl.1850.0031>
11. **Nowacki, H.** & Ferreiro, L. D., (2003). Historical roots of the theory of hydrostatic stability of ships. *8-th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vechicles* (15-19 September 2003, Madrid, Spain). Transactions *The Society of Naval Architects and Marine Engineers*. pp. 1-30. URL: <http://www.shipstab.org/files/Proceedings/STAB/STAB2003/Papers/Paper%2001.pdf>
12. **Peters, W.**, Belenky, V., Bassler, C., Spyrou, K., Umeda, N., & Altmayer, B. (2011). The Second Generation Intact Stability Criteria: An Overview of Development. Transactions - *The Society of Naval Architects and Marine Engineers*, Vol. 119, pp. 225-264. URL: https://www.academia.edu/19859901/The_second_generation_intact_stability_criteria_an_overview_of_development
13. **Pierrottet E.** (1935). *Standards of Stability for Ships*. Transactions Institution of Naval Architects, Vol. 77. Pavonia Avenue Jersey City, NJ, pp. 208-222.
14. **Rahola, J.** (1939) *The judging of the stability of ships and the determination of the minimum amount of stability - Especially considering the vessels navigating finnish waters*. Technical University of Finland, Helsinki. URL: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/15149>
15. **Revision of the Code on Intact Stability. Submitted by Germany**. (MSC78/24/1) (15 December 2003). IMO. London.
16. **Russo, L.**, (2004). The forgotten revolution: how science was born in 300 BC and why it had to be reborn. Springer. Berlin. p.380
17. **White, W. H.** & John, W. (1871) *On the Calculation of the Stability of Ships and some Matters of Interest Connected Therewith*. Transactions Institution of Naval Architects. Vol. XII. pp. 76-127.
18. **Weather Criterion for Large Passenger Ships. Submitted by Italy**. (SLF44/INF.6). IMO. 2001. London.

-
19. **Lipis V.B.**, Remez Yu.V. *Bezopasnye rezhimy shtormovogo plavaniya sudov* [Safe modes of storm vessels navigation]. Moscow, Transport Publ., 1982. 117 p. [in Russian]
 20. **Remez, Yu.V.** *Kachka korablya* [Tossing of Ship]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1983. 328 p. [in Russian]

Аксенов А.В., Нечитайло В.И.

ОСТОЙЧИВОСТЬ СУДОВ - ОТ АРХИМЕДА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Остойчивость и прочность корпуса судна - важные мореходные качества, от которых зависит судьба судна и экипажа. Законы, которым подчиняются мореходные качества судна, должны знать не только судостроители, но и судоводители. Это позволяет решать самые разнообразные задачи, встречающиеся в практике эксплуатации судов, а знания мореходных и конструктивных особенностей судна позволяет капитану грамотно оценивать риски штормового моря и поведение судна при таких условиях плавания и, тем самым, предотвращать аварии.

Международная морская организация ИМО после своего создания приступила к разработке критериев остойчивости для неповрежденных судов, кульминацией ее работы стало завершение разработки Кодекса остойчивости для всех типов судов, который был принят Комитетом по безопасности на море (КБМ) на 85 сессии в 2008 году. Международный Кодекс остойчивости судов в неповрежденном состоянии содержит в одном документе обязательные требования и рекомендуемые положения, касающиеся остойчивости неповрежденных судов, которые существенно влияют на конструкцию и безопасность плавания судов.

Ключевые слова: *безопасность судна, остойчивость судна, статическая остойчивость, динамическая остойчивость, критерии остойчивости, нормы остойчивости, строительство судов.*

Aksenov A.V., Nechitailo V.I.

STABILITY OF VESSELS - FROM ARCHIMEDES TO THE PRESENT DAY

Stability and strength of the ship's hull are important parts of seaworthiness, on which the fate of the ship and crew depends. The laws that govern the seaworthiness of a ship should be known not only to shipbuilders, but also to mariners. This allows master to solve the most diverse problems encountered in the operation and correctly assess the risks of the sea and the behavior of the vessel under such sailing conditions and, thereby, prevent accidents.

The IMO International Maritime Organization, after its creation, began to work on stability criteria for intact vessels. The culmination of its work was the completion of the development of the Code of Stability for all types of ships, which was adopted by the Maritime Safety Committee (MSC) at its 85th session in 2008. The International Code for the Stability of Ships in an Intact State contains in one document mandatory requirements and recommendations regarding the stability of ships, which significantly affect the design and safety of navigation.

Keywords: *Ship safety, ship stability, static stability, dynamical stability, stability criteria, stability standards, ship building*

Хандусь Б.С., Маранов А.В.

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ UNITY И UNREAL ENGINE 4 ДЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ANDROID И IOS

Виртуальная реальность (virtual reality (VR)), в применении к образованию является скачком в развитии образовательных технологий. В настоящее время многие университеты активно изучают технологию виртуальной реальности и ее применение для исследований в области моделирования систем, быстрой передачи научных исследований и практических технологий. В данной статье предлагается вниманию разработка морского тренажера автоматической идентификационной системы в качестве дополнительного обучающего материала для дистанционного использования в среде VR, который в настоящий момент проходит тестирование работоспособности и эффективности. Несмотря на то, что мобильная виртуальная реальность все еще находится в самом начале реализации своего существенного потенциала в образовательном секторе, но в свою очередь, уже предлагает симуляции, которые могут быть безопаснее и дешевле, чем реальные упражнения, а также, экономически эффективнее, в сравнении со стандартным курсом электронного обучения на стационарных тренажерах. Поэтому, цель статьи заключается в поддержке широкого внедрения мобильной технологии виртуальной реальности в профессиональное образование.

Ключевые слова: образование, виртуальная реальность, автоматическая идентификационная система, новые информационные технологии, Unity, Unreal Engine 4, виртуальный тренажёр.

Постановка научной проблемы, ее актуальность. Технология образования продолжает развиваться вместе с развитием науки, техники и особенно информационных технологий. Поэтому, Новая форма технологии виртуальной реальности, может полностью мобилизовать интерес учащихся, тем самым значительно улучшить результаты обучения. В настоящее время многие университеты активно изучают технологию виртуальной реальности и ее применение для исследований в области моделирования систем, быстрой передачи научных исследований и практических технологий.

Цель статьи. В данной статье предлагается, к ознакомлению существующая учебная программа устройства автоматической идентификации судов на базе оборудования NComputing для удаленного использования, в качестве удаленной учебной программы. Виртуальная реальность, в применении к образованию является скачком в развитии образовательных технологий, так как может создавать среду автономного обучения, в виде дополнения к традиционным методам обучения, являясь новым способом для учащихся приобретать знания и навыки посредством взаимодействия между собой и информационной средой. Предложенный тренажер экономически эффективнее, так как не требует дорогостоящего уникального оборудования. Поэтому, цель статьи заключается в поддержке широкого внедрения мобильной технологии виртуальной реальности для удаленного обучения в профессиональное образование.

Анализ исследований и публикации. В настоящее время многие университеты работают с виртуальной реальностью и уже создали лаборатории для системного моделирования и исследований в среде виртуальной реальности, которые преобразуют результаты научных

исследований в практические технологии. В данной статье имеются ссылки на исследования в данной области образования.

Изложение основного материала. С увеличением сложности в процессе работы в морской отрасли образуется потребность в модернизации методов обучения. Каждый будущий специалист должен пройти обучение перед началом профессиональной работы. В последние десятилетия акцент на обучение возрос - в результате чего тренировочные тренажеры с функциями, погружения и стереоскопическим звуком требуют экономической доступности, так как методология обучения может оказать существенное влияние на качество навыков будущих специалистов. При разработке концепции преподавания морских дисциплин в виртуальной среде, необходимо учитывать конкретные потребности соответствующих целевых групп – преподавателей и студентов. Практическая применимость такой концепции должна быть разработана таким образом, чтобы её можно было использовать в реальной профессиональной подготовке моряков или на практике повышения квалификации соответствующего профиля работы. Системы VR предоставляют студенту очень богатый источник учебного материала в форме, которая делает обучение более восприимчивым, посредством взаимодействия с моделируемой информационной средой. Необходимо обеспечить связь разработанных концепций обучения с соответствующими существующими правилами обучения, это в свою очередь значит, что концепция VR должна быть в состоянии интегрироваться в повседневную работу без значительного обновления инфраструктуры или дополнительного персонала. Рассматриваемое нововведение относится к технологии, которая всесторонне использует компьютерную графическую систему и различные интерфейсные устройства, такие как реальность и управление, чтобы обеспечить ощущение погружения в трехмерную среду, которая может быть создана на компьютере. В настоящее время многие колледжи и университеты уже создали лаборатории для системного моделирования и исследований в среде виртуальной реальности, которые преобразуют результаты научных исследований в практические технологии [9]. Вот небольшой список примеров и случаев, когда технологии VR повлияли на организационные структуры в пользу обучения морских специалистов: Регистры Ллойда, с целью повышения осведомленности в критических ситуациях связанных с безопасности в нефтяной и газовой отрасли. Корейский регистр намерен разработать VR симулятор с использованием реалистичной среды корабля, чтобы проводить подготовку по правилам классификации и процедуры проверки морских специалистов. Мицуи O.C.K. Lines, Ltd. развивает образовательный инструмент Goggle, который использует технологию VR созданный Tsumiki Seisaku Co. Ltd для повышения безопасности моряков. Компания Kongsberg Digital вводит новшества, интегрируя смешанную реальность (MR), виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и дополненная виртуальная реальность обеспечивает виртуальную реальность (VR) для повышения квалификации моряков. Propel SAYFR, разработал 3D-имитационную модель для взаимодействия с разными сценариями на борту и на берегу. K Line LNG Shipping (UK) Ltd, использует инструмент Propel 3D для моделирования, чтобы обучить экипаж на борту [4].

Таким образом, в данной статье предлагается к вниманию разработку авторами новой мобильной программы в VR среде основанной на существующей автоматической системе идентификации судов в море (рис.1), для дистанционного обучения, после занятий в аудитории.

Разрабатываемый тренажер работает в совокупности с системой тонких клиентов NComputing, что позволяет пользователям заниматься удаленно на персональных компьютерах, так как все вычислительные процессы централизованно распределяются на главном сервере. В простейшем представлении схема подключения выглядит следующим образом. На центральный сервер устанавливается необходимое программное обеспечение, затем тонкие клиенты NComputing подключаются к серверу по стандартной сети Ethernet (рис.2).

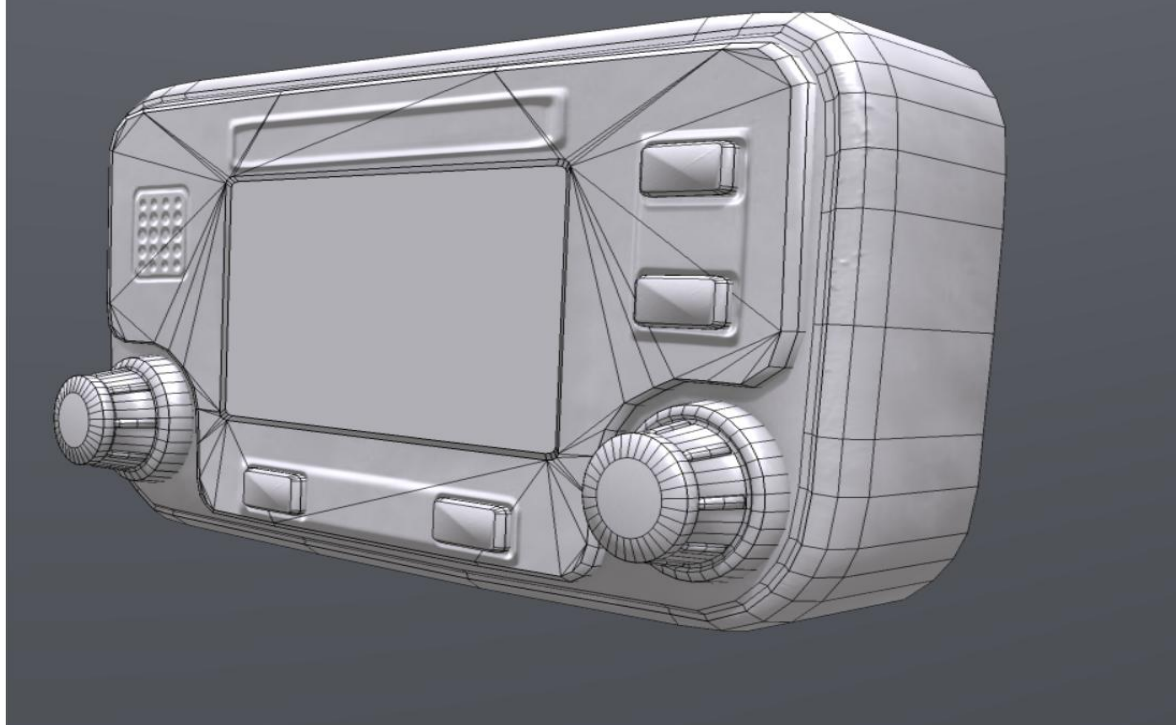


Рисунок 1 – Виртуальная модель устройства ввода системы AIS

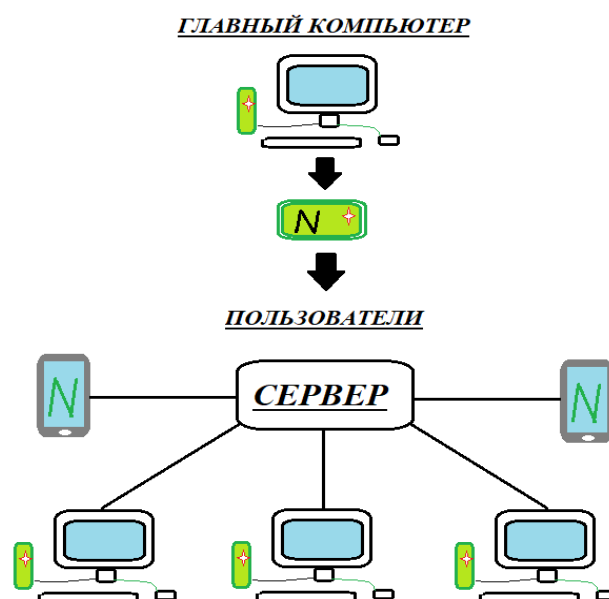


Рисунок 2 – Структурная схема работы тренажера для удаленных занятий

Кроме всего прочего, данное программное обеспечение обладает рядом преимуществ перед стандартным использованием компьютеров. В частности, позволяет осуществлять просмотр и контроль над работой пользователя в реальном времени, контроль времени работы и производить отправку сообщений всем подключенным пользователям, а также при

необходимости завершать сеанс работы пользователя. Это создает среду удаленного обучения, в виде дополнения к традиционным методам обучения, являясь новым способом для учащихся приобретать знания и навыки посредством взаимодействия между собой и информационной средой. В данной статье описан тренажер программы AIS в среде мобильной VR. Это позволит дополнительно заниматься изучением AIS удаленно и в свободное время. Также, выбор разработки тренажера по данному устройству определен тем, что необходимо существенно уделять внимание системам морского наблюдения во время учебного процесса, так как они обеспечивают лучшие возможности для обнаружения потенциально опасных ситуаций для предотвращения аварий и проведения спасательных операций.

Автоматическая идентификационная система (Automated Information System (AIS)), является вспомогательным средством предотвращения столкновений в судоходстве [1]. Суда, оснащенные оборудованием AIS, передают и обмениваются информацией о своих данных, местоположении, скорости, курсе и т.д. на частотах в диапазоне очень высоких частот (УКВ), который варьируется и может достигать около 75 километров (40 нм). В соответствии с требованиями ИМО суда, имеющие более 300 брутто-регистрационных тонн в международном сообщении, должны иметь оборудование для передачи и приема сигналов AIS. Большинство судов сегодня имеют AIS, за некоторыми исключениями, также более 40 000 судов имеют оборудование AIS класса А на борту, что говорит о важности правильного использования данного устройства. Данные AIS дают морским транспортным центрам хороший обзор трафика в зонах их обслуживания и являются важной основой для эффективной организации трафика, предотвращая потенциально опасные ситуации. Данные также могут быть использованы для обнаружения окружающих судов, при мониторинге рыболовной деятельности, борьбе с экологическими преступлениями, антитеррористическим и пограничным надзором, а также при планировании и организации морского транспорта. В дополнение к этой связи судно-судно система AIS также обеспечивает мониторинг побережья и управление движением. Он также автоматически предоставляет информацию наземным станциям, включая идентификацию судна, его тип, местоположение, курс, скорость и т.д. В целом, использование данных AIS позволяет быстрее и эффективнее реагировать на события, которые находятся в стадии разработки. Хотя система AIS и может генерировать звуковой сигнал тревоги в качестве предупреждения о столкновении, но морякам, которые имеют малый опыт работы, будет трудно идентифицировать опасную цель и, возможно, не удастся своевременно предпринять действия, чтобы избежать столкновения за короткое время между сигналом тревоги и столкновением. Поэтому для выработки необходимых навыков использования требуется больше времени и внимания на изучение системы AIS при подготовке морских специалистов. Что касается безопасности, то когда работники лучше подготовлены, несчастных случаев становится меньше, что в свою очередь приводит к снижению риска и снижению затрат на возможные страховые случаи. [5]

В последние годы дистанционное обучение стало популярным благодаря быстрому развитию компьютерных систем и расширению интернет соединений. Однако одним из основных ограничений дистанционного обучения является сложность и экономическая затратность разработки соответствующих учебных программ [2]. Таким образом, мобильная виртуальная реальность, является наиболее доступной формой VR, так как для ее запуска достаточно Google Cardboard и смартфон. Устройство должно обладать четырех ядерным процессором, операционной системой Android или iOS, а также диагональю экрана не менее 4,7 дюйма [8]. Технология VR принимает те же принципы дизайна, что и в игровой индустрии для реализации иммерсивных сценариев обучения, которые обеспечивают вовлечение пользователя для понимания правильных факторов принятия решений. Игровые движки, такие как Unity и Unreal Engine 4, поддерживают VR, но требуют большой разработки программного обеспечения, чтобы создать даже базовое решение (рис.3).

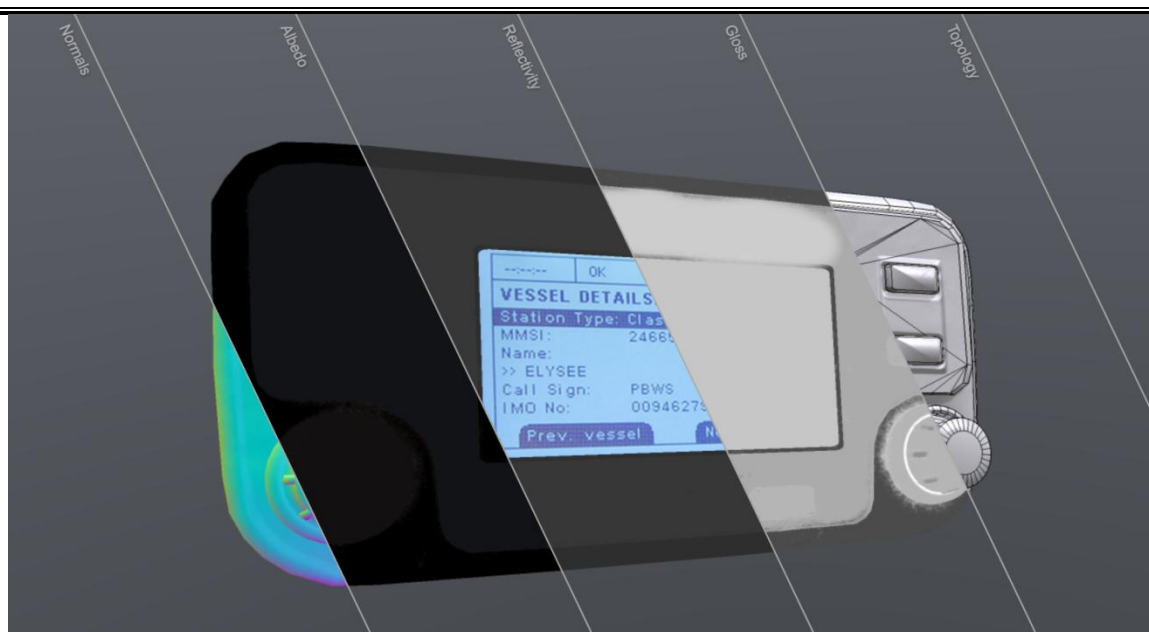


Рисунок 3 – Структура виртуального устройства ввода системы AIS

Тренажер должен выдавать информацию в реальном времени с моделированных судов. VR-приложения быстро улучшают свои возможности, и даже сегодня они могут предоставить хорошее качество изображения с необходимой частотой кадров. Unity использует технологию High-Definition Render Pipeline для проекта VR, который позволяет использовать функции конвейера рендеринга, чтобы создавать потрясающие фотореалистичные изображения с качеством, которое раньше редко встречалось в средах виртуальной реальности [11].

Также, Unity изначально поддерживает Audio Spatializer для виртуальной реальности. Audio Spatializers изменяют способ, которым звук передается от источника звука в окружающее пространство: плагин берет источник и регулирует усиление вкладов левого и правого уха на основе расстояния и угла между AudioListener и AudioSource. В свою очередь, Unreal Engine 4 как и Unity предназначен для требовательных приложений, проектов AAA класса, кинопроизводства и фотореалистичной визуализации. Они имеют хорошие инструменты, которые масштабируются от простых до чрезвычайно подробных сцен, окружений и персонажей. Конвейер рендеринга, обеспечивает частоту кадров 90 Гц или выше при высоких разрешениях для виртуальной реальности, не затрагивая изменений кода, расширенные возможности кинематографии, пост-обработки и PBR.

Unreal Engine 4 также отвечает многим требованиям и обеспечивает частые обновления новейшего оборудования и программного обеспечения, включая Magic Leap, Oculus Rift, Steam VR / HTC Vive, PlayStation VR, Windows Mixed Reality, Mac, iOS / ARKit, Google ARCore, Samsung Gear VR, Google VR, OSVR и Leap Motion. [3]

Необходимо также сообщить о том, что моделирование виртуальной реальности является решением многих потенциально перспективных задач при подготовке морских специалистов. Непредвиденные и опасные ситуации на море, не просто объяснить устно в аудитории, но они могут быть представлены в виртуальном мире и могут рассматриваться во многих различных аспектах в лаборатории виртуальной реальности. При разработке программы AIS, авторы понимают, что симуляция или тренировка должна быть сосредоточена на конкретной операции, для изучения алгоритма действий в опасной ситуации, ведь принятие решений на судне это сложный профессиональный навык. Условия могут измениться резко в течение нескольких минут и понимания процедуры принятия решений должны быть понятны во всех возможных ситуациях. Симулятор системы AIS должен создавать сложные условия обучения, которые дают возможность проверить

сценарии, которые могут произойти во время работы на судне. Также, согласно принципу обеспечения эффективности обучения, необходимо отметить, что стоимость программ в среде VR значительно ниже физических тренажеров.

Общие условия использования программы на практике, должны приниматься во внимание при определении требований к решению для преподавания и обучения. Это также включает продвижение необходимых компетенций учеников и учителей. Это относится к педагогическим навыкам для разумного использования приложения в профессиональной практике, а также к необходимым навыкам для обновления или создания контента. Ключевой особенностью тренажёра в виртуальной реальности, является интерактивность в реальном времени, когда компьютер может обнаруживать вводимые пользователем данные и мгновенно изменять виртуальный мир в соответствии с пользовательскими взаимодействиями [6]. Предоставление программного обеспечения, должно осуществляться путем адаптации и дальнейшей разработки существующего программного обеспечения или существующих приложений. Обе стороны - образование и технология - должны быть эффективно рассмотрены и объединены [7]. Благодаря своему дидактическому дизайну, концепции преподавания и обучения в VR должны внести существенный вклад в повышение качества профессионального образования и обучения, в частности путем развития профессиональных навыков [10].

Выводы. Технологии VR могут способствовать практическому обучению и опыту работы в области профессионального образования и обучения моряков. В данной статье описан разработанный виртуальной тренажер программы AIS в среде VR с применением оборудования NComputing. Это позволит заниматься изучением системы AIS в свободное время и дистанционно в качестве дополнительного учебного материала. Таким же образом планируется разработка других навигационных устройств для виртуального тренажера. Несмотря на то, что мобильная виртуальная реальность все еще находится в самом начале реализации своего существенного потенциала в образовательном секторе, но в свою очередь, уже предлагает симуляции, которые могут быть безопаснее и дешевле, чем реальные упражнения, а также, экономически эффективнее, в сравнении со стандартным курсом электронного обучения на стационарных тренажерах. Объясняется это тем, что программы, созданные в среде виртуальной реальности - это единовременные расходы, которые могут оказаться экономически эффективными. Основные затраты в основном относятся к непосредственной разработке приложения на базе Unity или Unreal Engine 4 для операционных систем Andorid и iOS. Предложенный тренажер AIS проходит тестирование в тренажерном классе в ходе дистанционной подготовки курсантов КИВТ ДУИТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная информационная система // Из Википедии, свободной энциклопедии.[Электронныйресурс]URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_identification_system (Дата обращения 11.09.2019).
2. Брайан Дуиньян, Гари А. Берг, Майкл Симонсон // «Дистанционное обучение».07 ноября 2016 г. [Электронныйресурс] URL: <https://www.britannica.com/topic/distance-learning> (Дата обращения 16.01.2020).
3. Информация о разработке платформ виртуальной реальности на Unreal Engine 4 // [Электронныйресурс] URL : <https://docs.unrealengine.com/en-US/Platforms/VR/index.html> (Дата обращения 09.02.2020).
4. Евангелос Маркопулос, Мика Луимула // Технология «Immersive Safe Oceans»: разработка виртуальных обучающих эпизодов по безопасности на море. 28 Апреля 2020 [Электронныйресурс]URL:https://www.researchgate.net/publication/340984119_Immersive_Safe_Oceans_Technology_Developing_Virtual_Onboard_Training_Episodes_for_Maritime_Safety (Дата обращения 29.04.2020).

5. Международная палата судоходства «Формирование будущего судоходства» // [Электронный ресурс] URL: <https://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-and-world-trade/global-supply-and-demand-for-seafarers> (Дата обращения 18.03.2020).
6. Чон Хон Ким, Санг Тэ Парк, Хибок Ли, Кеун Чхоль Юк, Национальный университет Конджу. «Моделирование виртуальной реальности в физическом воспитании» // [Электронный ресурс] URL: <http://imej.wfu.edu/articles/2001/2/02/index.asp> (Дата обращения 19.03.2020).
7. Хвилон Евгений, Патру Мариана // «Информационные и коммуникационные технологии в педагогическом образовании: руководство по планированию». 2002 г. [Электронный ресурс] URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129533> (Дата обращения 16.12.2010).
8. Майкл Шубак «Что я могу сделать с очками виртуальной реальности для смартфона?» 25 декабря 2016 г. [Электронный ресурс] URL: <https://virtualnarealita.eu/tag/vzdelavanie-vo-virtualnej-realite/> (Дата обращения 12.03.2020).
9. Теория модернизации из Википедии, свободной энциклопедии // [Электронный ресурс] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Modernization_theory (Дата обращения 01.05.2020).
10. Рафаэль Зендер, Матиас Вайсе, Маркус фон дер Хейде, Генрих Сёбке // «Преподавание и обучение с помощью VR и AR. Что ожидается? Что работает?». Сентябрь 2018 [Электронный ресурс] URL: https://www.researchgate.net/publication/329684397_Lehren_und_Lernen_mit_VR_und_AR-Was_wird_erwartet_Was_funktioniert (Дата обращения 02.04.2020).
11. Unity программируемый процесс рендеринга // [Электронный ресурс] URL: <https://unity3d.com/ru/how-to/new-graphics-power-in-Unity> (Дата обращения 18.03.2020).

REFERENCES

1. Automated Information System // From Wikipedia, the free encyclopedia. [Electronic resource] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_identification_system (Accessed September 11, 2019).
2. Brian Duignan, Gary A. Berg, Michael Simonson // "Distance learning Education". November 7, 2016 [Electronic resource] URL: <https://www.britannica.com/topic/distance-learning> (Date of access 01.16.2020).
3. Development Information for Virtual Reality Platforms on Unreal Engine 4 // [Electronic resource] URL: <https://docs.unrealengine.com/en-US/Platforms/VR/index.html> (Date accessed 09.02.2020).
4. Evangelos Markopoulos, Mika Luimula // "Immersive Safe Oceans" technology: developing virtual training episodes for maritime safety. April 28, 2020 [Electronic resource] URL: https://www.researchgate.net/publication/340984119_Immersive_Safe_Oceans_Technology_Developing_Virtual_Onboard_Training_Episodes_for_Maritime_Safety (Date accessed 04.29.2020).
5. International chamber of shipping "Shaping the future of shipping" // [Electronic resource] URL: <https://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-and-world-trade/global-supply-and-demand-for-seafarers> (Accessed March 18, 2020).
6. Jong-Heon Kim, Sang-Tae Park, Heebok Lee, Keun-Cheol Yuk, Kongju National University. "Virtual Reality Simulations in Physics Education" // [Electronic resource] URL: <http://imej.wfu.edu/articles/2001/2/02/index.asp> (Date of access 03.19.2020).
7. Khvilon Evgueni, Patru Mariana // "Information and communication technologies in teacher education: a planning guide." 2002 [Electronic Resource] URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129533> (Date of treatment December 16, 2010).

8. Michael Šubák “What can I do with virtual reality glasses for a smartphone” December 25, 2016 [Electronic resource] URL: <https://virtualnarealita.eu/tag/vzdelavanie-vo-virtualnej-realite/> (Date of treatment 03/12/2020).
9. Modernization theory From Wikipedia, the free encyclopedia // [Electronic resource] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Modernization_theory (Date of treatment 01.05.2020).
10. Raphael Zender, Matthias Weise, Markus von der Heyde, Heinrich Söbke // “Teaching and learning with VR and AR-What is expected? What works? ” September 2018 [Electronic Resource]URL:https://www.researchgate.net/publication/329684397_Lehren_und_Lernen_mit_VR_und_AR-Was_wird_erwartet_Was_funktioniert (Date of treatment 02.04.2020).
11. Unity programmable rendering process // [Electronic resource] URL: <https://unity3d.com/en/how-to/new-graphics-power-in-Unity> (Date accessed 18.03.2020).

Хандусь Б.С. Маранов О.В.

РОЗРОБКА ТРЕНАЖЕРА АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В СЕРЕДОВИЩІ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ НА БАЗІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ UNITY ТА UNREAL ENGINE 4 ДЛЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ANDROID ТА IOS

Віртуальна реальність (virtual reality (VR)), в застосуванні до утворення є стрибком у розвитку освітніх технологій. В даний час багато університетів активно вивчають технологію віртуальної реальності і її застосування для досліджень в області моделювання систем, швидкої передачі наукових досліджень і практичних технологій. У даній статті пропонується увазі розробка морського тренажера автоматичної ідентифікаційної системи в якості додаткового навчального матеріалу для дистанційного використання в середовищі VR, який зараз проходить тестування працездатності та ефективності. Незважаючи на те, що мобільна віртуальна реальність все ще знаходиться на самому початку реалізації свого істотного потенціалу в освітньому секторі, але в свою чергу, вже пропонує симуляції, які можуть бути безпечніше і дешевше, ніж реальні вправи, а також, економічно ефективніше, в порівнянні зі стандартним курсом електронного навчання на стаціонарних тренажерах. Тому, мета статті полягає в підтримці широкого впровадження мобільної технології віртуальної реальності в професійну освіту.

Ключові слова: освіта, віртуальна реальність, автоматична ідентифікаційна система, нові інформаційні технології, Unity, Unreal Engine 4, віртуальний тренажер.

Khandus B.S., Maranov A.V.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM SIMULATOR IN A VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT ON THE UNITY AND UNREAL ENGINE 4 SOFTWARE FOR ANDROID AND IOS OPERATING SYSTEMS

Virtual reality (VR), as applied to education, is a leap in the development of educational technologies. Currently, many universities are actively studying virtual reality technology and its application for research in the field of system modeling, the rapid transfer of scientific research and practical technology. This article proposes the development of a marine simulator of an automatic identification system as an additional training material for remote use in a VR environment, which is currently being tested for operability and effectiveness. Despite the fact that mobile virtual reality is still at the very beginning of realizing its significant potential in the educational sector, it, in turn, already offers simulations that can be safer and cheaper than real exercises, and also, more cost-effective, in comparison with a standard e-learning course on stationary simulators. Therefore, the purpose of the article is to support the widespread adoption of mobile virtual reality technology in vocational education.

Keywords: education, virtual reality, automatic identification system, new information technology, Unity, Unreal Engine 4, virtual simulator.

Глущенко О.А., Шидула О.М.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКА – ГРИ НА ПЛАТФОРМІ ANDROID

Було розглянуто один з найбільших сегментів ринку програмних продуктів – відеоігри. Досліджено алгоритм створення мобільної гри. Висвітлено розробку під обрану платформу із використанням Android Studio, Cocos Studio, роботу об'єктного менеджера, обробку грою дій гравця. В ході розробки відеоігри було показано її складові, а саме написання коду, створення контенту, розробка механік гри та тестування.

Запропоновано алгоритм генерування об'єктів та результат зіткнення гравця з ними. Розкривається процес розробки відеоігри та розділення його на етапи. Описано алгоритм оптимізації зберігання та використання зображень. Досліджена якісна робота з пам'яттю, насамперед, на мобільних пристроях. Детально описані поняття сцени та спрайту, встановлено правила роботи зі сценами та зображеннями на екрані мобільного пристрою. Розглянуто два схожих за своїм підходом і в той же час принципово різних по результату алгоритми виявлення зіткнень об'єктів. Описаний програмний продукт включає в себе власноруч написаний рушій – рендерер. За теоретичну основу реалізації рендерингу було взято спрощений варіант рейтрейсингу – рейкастинг. Метод рейкастингу вибрано як оптимальний через його високу швидкість при достатній якості відео. Було обрано крос-платформовий фреймворк, який використовується для розробки інтерактивних додатків та ігор. Розглянуто використання вбудованих в ігровий движок візуального редактора, готових модулів рендеринга, анімації спрайтів і обробки зіткнень, що дуже спрощує процес розробки.

Описано структуру програмного продукту та ігрові класи сутностей, такі як персонаж, предмети. Наведено алгоритм реалізації методу рейкастингу і проведено відповідні математичні розрахунки для побудови променя. Змодельовано дизайн оформлення простору гри на основі карти, що задається, з додаванням текстур. Додатково розроблена можливість самостійної генерації рівнів.

Ключові слова: *розробка ігор, мобільний додаток, операційна система Android, алгоритм розробки мобільного додатку, рендерер, метод рейкастингу, крос-платформовий фреймворк*

Постановка проблеми. В наш час такий неоднозначний ринок, як комп'ютерні ігри, є одним із найприбутковіших серед усіх ІТ-напрямків. На сьогоднішній день комп'ютерні ігри (або відеоігри) вже давно не лише розвага для дітей чи математиків. За статистикою середній вік гравця у відеоігри становить 30 років. Вплив відеоігор на сфери життя людей постійно збільшується. Відеоігри мають не тільки розважальну складову, за останні 10 років вони перетворилися ледь не на витвір мистецтва, часто маючи сильну літературну, художню, смислову та інколи навіть оздоровляючу цінність. У відеоіграх є стільки жанрів, скільки є в кіно, або в літературі.

Тому, виникає питання дослідити процес розробки гри під одну з найпоширеніших платформ сучасності – Android, а саме, висвітлити цей процес поетапно, а також показати принципи розробки.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Розробка додатків на платформу Android вже була розглянута в роботах Р. Рупіуса, М. Мілчева, М. Доусона, М. Бакленда, та багатьох

інших. Втім жоден із них не продемонстрував розробку при поєднанні саме таких технологій, використання і поєднання ряду алгоритмів, а також їх сумісність.

Мета дослідження. Дана робота має на меті створення інді гри жанру 2D-runner на мові C++ з використанням бібліотеки STL. Одна із головних цілей – продемонструвати різні сторони мови C++, яка незважаючи на свою складність, є кросплатформенною і дуже зручною в використанні.

Основні результати дослідження. Сцени у мобільних додатках. В бібліотеці Cocos2D реалізований клас CCMenu, за допомогою якого зручно створювати список вибору альтернатив для клієнта. Також Cocos2D надає інтерфейс для відтворення кнопок і дозволяє відловлювати натискання на елементи меню.

Таким чином, використання CCMenu порушує звичну для iPhone-розробників реалізацію за допомогою паттерна ModelViewController, але значно економить час, оскільки надає безліч готових рішень. Клас CCScene (бібліотеки Cocos2D) дозволяє створювати сцени – 2D графічні об'єкти для відображення користувачу ігрової ситуації. Розглянемо взаємодію сцен між собою.

На початку роботи програми AppDelegate (перший клас, який отримує управління) створює MainMenuScene і звіди, в залежності від вибору гравця буде йти пересування по сценам. При натисканні на елемент меню створюється сцена і їй передається керування. Після того, як гравець виконав всі бажані дії (вибрати героя, подивитися результати, подивитися правила гри) і перейшов до гри, управління передається GameController'у.

Механізм збереження інформації та робота з пам'яттю. В казуальні ігри грають у вільний час. Найчастіше це відбувається в маршрутках, в чергах, в «вільні п'ять хвилин». В зв'язку з цим часто користувач зупиняє гру, не догравши до кінця. Для відновлення гри з місця зупинки реалізований механізм збереження і відновлення гри. Збереження запускає клас LevelController, він посилає повідомлення класу LevelState «записати себе в файл».

LevelState записує свої поля в xml файл, причому, якщо поля є об'єктами класу «ігрові об'єкти», то їм надсилається повідомлення «записати свої поля в словник» і віддати його об'єкту, який викликав дану функцію. При необхідності продовжити гру отриманий файл десеріалізується і всі об'єкти відновлюються [1].

Мобільні пристрої мають істотні обмеження за обсягом пам'яті. Однак для створення повноцінної, привабливою для користувача гри необхідна робота з великою кількістю графічних ресурсів і музикою. Тому встає питання про збільшення продуктивності програми та знаходження вузьких місць в роботі з пам'яттю.

Для економії пам'яті були зроблені наступні заходи:

1. Оптимізація зберігання і використання картинок.
2. Збереження анімації.

Робота всіх версій Cocos2D заснована на використанні спрайтів. Спрайти можна розглядати як прості 2D зображення, але також вони можуть бути контейнером для інших спрайтів. В Cocos2D, розміщенні разом спрайти створюють сцену, наприклад, рівень гри або головне меню. Спрайтами можна керувати на основі подій у вихідному коді або як частиною анімації. Над спрайтами можна проводити певні дії: переміщувати, повертати, масштабувати, змінювати зображення і т.п. [1].

В можливості даної бібліотеки входять:

1. Управління сценами. Всю гру можна розбити на сцени. Кожна сцена це окремий підпроект. Між сценами можна переключатися з використанням різних ефектів.
2. Спрайт (растрове зображення, вільно переміщається по екрану) і менеджери спрайтів. Бібліотека надає великі можливості по управлінню спрайтами. Менеджери спрайтів дозволяють оперувати атласами спрайтів, завдяки чому можна ефективно використовувати пам'ять. Так само є класи для роботи з спрайтовими шрифтами, використання яких істотно прискорює відображення тексту.

3. Анімація (actions). Анімація в Cocos2D здійснюється за допомогою спеціальних класів, які називаються Actions. Їх можна застосовувати майже до будь-якого об'єкта в грі. В бібліотеці є великий набір типів анімацій, а також можна створювати свої.

4. Базова реалізація меню і кнопок.

5. Система частинок. Движок підтримує системи частинок. Завдяки цьому можна створювати різні ефекти, наприклад дощ, сніг, феєрверк. Частинки можуть відрізнятися розмірами, обертатися, до них може застосовуватися гравітація, можна налаштовувати їх час життя і так далі.

6. Вбудовані фізичні движки Box2d і Chipmunk [2].

7. CocosLive - сервіс для онлайн-рекордів. Cocos2D використовує сервери, які надаються Google App Engine для зберігання онлайн-рекордів, і надає API для роботи з цими рекордами, але в даному проєкті використовується сервіс OpenFeint, так як він набагато популярніший у користувачів і зручніший в використанні.

Бібліотека Cocos2D дозволяє працювати з OpenGL безпосередньо. Текстура в Open GL ES повинна мати ширину і висоту, кратні ступеню двійки, наприклад, 64x128, 256x1024, 512x512 і т.п. На рис. 1 текстура розміром 144x93 стала 256x128 [2].

У нас виявилось більше незайнятого простору, ніж зайнятого під текстуру. Для однієї текстури це не так критично, але ж тільки для анімації вихлопних газів машини використовується 125 текстур. Для вирішення даної проблеми застосовується атлас текстур.

Атлас - велика текстура, яка складається з великої кількості невеликих текстур. Таким чином, можна розташувати текстури в атласі так, щоб залишалось якомога менше невикористаної пам'яті [3].

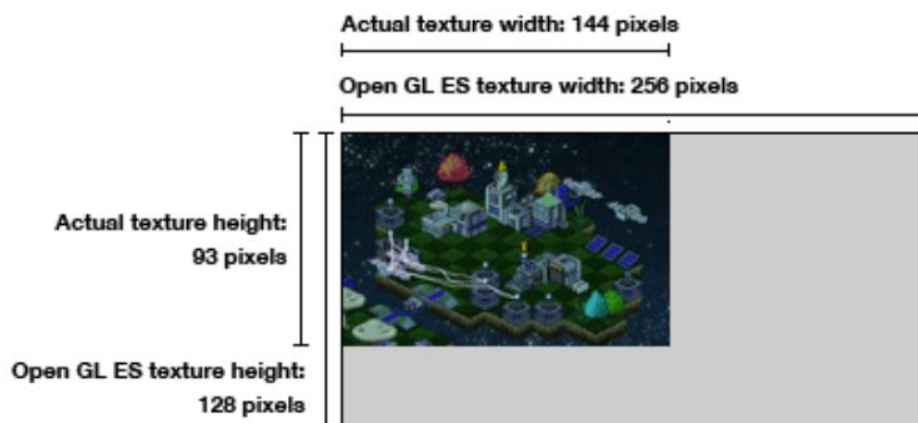


Рисунок 1 – Зберігання текстури

Так як існують спрайти, які виглядають так само, коли їх змінюють в протилежному напрямку, то для зменшення використовуваної пам'яті можна брати ті ж текстури, а відбиття провести в коді. Те ж саме можна сказати і про зміну розміру картинок, про зміну кута повороту [4].

Тому в Атласі можна успішно зберігати картинки в перевернутому вигляді, якщо це необхідно для оптимізації зберігання.

На створення анімації пересування потрібна велика кількість виділеної пам'яті, тому часто повторювану анімацію логічно зберігати, і тоді замість виділення пам'яті під нову дію необхідно буде тільки проініціалізувати цю анімацію.

Інструмент розробки Android Studio. Android Studio прийшло на зміну плагіну ADT для платформи Eclipse. Середовище побудоване на базі вихідного коду продукту IntelliJ IDEA

Community Edition, що створено компанією JetBrains. Android Studio розвивається в рамках відкритої моделі розробки та поширюється під ліцензією Apache 2.0[5].

Бінарні складання підготовлені для Linux (для тестування використаний Ubuntu), Mac OS X і Windows. Середовище надає засоби для розробки застосунків не тільки для смартфонів і планшетів, але і для портативних пристроїв на базі Android Wear, телевізорів (Android TV), окулярів Google Glass і автомобільних інформаційно-розважальних систем (Android Auto). Для застосунків, спочатку розроблених з використанням Eclipse і ADT Plugin, підготовлений інструмент для автоматичного імпорту існуючого проекту в Android Studio [5].

Середовище розробки адаптоване для виконання типових завдань, що вирішуються в процесі розробки застосунків для платформи Android. Також в середовище включені засоби для спрощення тестування програм на сумісність з різними версіями платформи та інструменти для проектування застосунків, що працюють на пристроях з екранами різної роздільності (планшети, смартфони, ноутбуки, годинники, окуляри тощо). Крім можливостей, присутніх в IntelliJ IDEA, в Android Studio реалізовано кілька додаткових функцій, таких як нова уніфікована підсистема складання, тестування і розгортання застосунків, заснована на складальному інструментарії Gradle і підтримуюча використання засобів безперервної інтеграції [6].

Для прискорення розробки застосунків представлена колекція типових елементів інтерфейсу і візуальний редактор для їхнього компонування, що надає зручний попередній перегляд різних станів інтерфейсу застосунку (наприклад, можна подивитися як інтерфейс буде виглядати для різних версій Android і для різних розмірів екрану). Для створення нестандартних інтерфейсів присутній майстер створення власних елементів оформлення, що підтримує використання шаблонів. В середовище вбудовані функції завантаження типових прикладів коду з GitHub [6].

До складу також включені пристосовані під особливості платформи Android розширені інструменти рефакторингу, перевірки сумісності з минулими випусками, виявлення проблем з продуктивністю, моніторингу споживання пам'яті та оцінки зручності використання. В редактор доданий режим швидкого внесення правок. Система підсвічування, статичного аналізу та виявлення помилок розширена підтримкою Android API. Інтегрована підтримка оптимізатора коду ProGuard [7]. Вбудовані засоби генерації цифрових підписів. Надано інтерфейс для управління перекладами на інші мови. На рис. 2 можна побачити інтерфейс Android Studio.

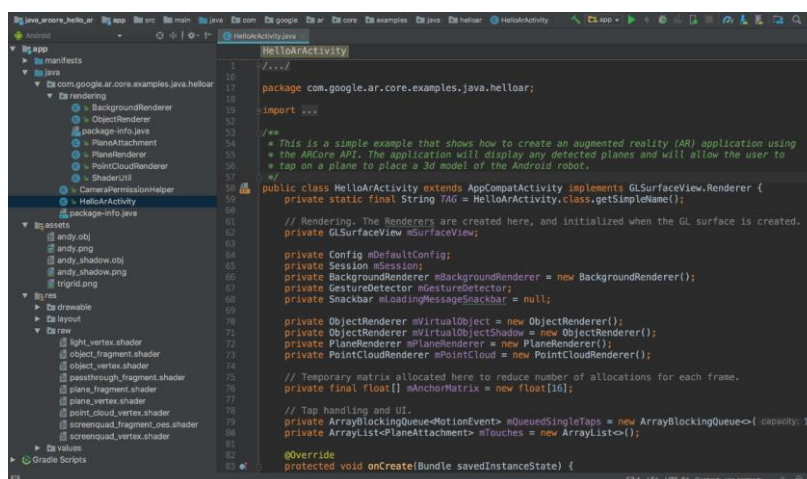


Рисунок 2 – Android Studio

Алгоритми зіткнень об'єктів в мобільному додатку. Для 2D, як правило, є три різні варіанти виявлення зіткнень:

-
- На основі зображення.
 - Прості геометричні форми (орієнтовані обмежувальні прямокутники, кола).
 - Складні геометричні фігури (опуклі багатокутники, увігнуті багатокутники, еліпси, тощо).

Виявлення зіткнення на основі зображень є точним та простим у використанні та розумінні. Що стосується ігор, які використовують зображення для малювання, то виявлення зіткнень на основі зображень означає, що всякий раз, коли спрайти на екрані перекриваються, вони також перекриваються в системі виявлення зіткнень [7]. Вони також корисні для ігор, де потрібні деформовані об'єкти зіткнення, такі як для зруйнованого рельєфу. Їх головним недоліком є те, що вони дуже неефективні в порівнянні з іншими методами, особливо при обертанні і масштабуванні об'єктів зіткнення.

Прості геометричні форми є як легкими в роботі, так і дуже ефективними. Вони використовуються, якщо висока точність не потрібна, або об'єкти зіткнення добре вписуються в прості геометричні форми, які ідеально підходять, іноді навіть краще, ніж зображення (наприклад, якщо ваші об'єкти зіткнення - це кульки). Головним недоліком простих форм є важкість забезпечення їх точності при моделюванні складних фігур. Для високої точності, де основні фігури не підходять, потрібно або об'єднати прості форми в складніші форми, або використовувати більш загальні і складні форми [8].

Складні геометричні форми можуть бути точними і відносно ефективними або неефективними в залежності від складності використовуваної форми (форм) для представлення об'єкта зіткнення [8]. Важливим недоліком є складність використання. Коли об'єкти зіткнення не співпадають з наявними геометричними фігурами, то для їх представлення необхідно використовувати декілька форм, можливо різних, що потребує часу. Крім того, деякі з форм є складними і їх важко створити, якщо неможливо їх автоматично генерувати з зображення. Важливою перевагою є те, що обертання і масштабування є ефективними і легкими, особливо в порівнянні з виявленням зіткнень на основі зображень.

Виявлення зіткнень на основі зображень зазвичай розглядається як погане рішення, оскільки воно часто є неефективним, особливо при використанні обертання і масштабування. До цієї категорії також належить виявлення зіткнень по піксельно, також відоме як pixel-perfect collision detection, яке виявляє зіткнення між об'єктами, які представлені у вигляді зображень [9].

В цій грі використовується два типи виявлення зіткнень: так званий pixel-perfect collision для виявлення зіткнень між кулями та ворогами, і виявлення зіткнень на основі простих геометричних форм, а саме обмежувальних для виявлення зіткнень між стінами та об'єктами (персонажем гравця, ворогами та кулями) [9].

Виявлення зіткнень стрільби проходить наступним чином. Спочатку зіткнення кулі та ворога перевіряється методом простих геометричних форм, і при наявності зіткнення, далі перевіряється ще раз, але вже методом pixel-perfect collision [10]. Для виявлення зіткнень методом pixel-perfect collision, на основі текстур двох об'єктів, зіткнення яких перевіряється, створюються бітові маски і по піксельно перевіряється, чи накладається одна текстура на іншу.

Оскільки в грі одночасно може існувати всього кілька куль, а вороги мають незвичайну форму, яку дуже складно точно обвести геометричними формами, доцільно використовувати метод pixel-perfect collision, що дозволяє максимально точно перевірити наявність зіткнення двох об'єктів.

Також виявлення зіткнень у два етапи сильно оптимізує процес обчислення. [10]

Архітектура всього проекту. Спочатку для поділу логіки та інтерфейсу було вирішено використовувати типове рішення патерн ModelViewControllor. Але, по-перше, для роботи з графікою найвигідніше використовувати бібліотеку Cocos2D, механізми якої передбачають

об'єднання в собі відразу і уявлення, і контролера, і моделі. Деякі об'єкти архітектури виявилися не виправдано складно моделювати в рамках даного патерну.

По-друге, класична парадигма GUI додатків не підходить, так як у нас є не тільки користувач, що впливає на зміну інтерфейсу, але і різні об'єкти, які взаємодіють з 2D сценою і іншими об'єктами. Тому додаток побудовано як взаємодія ігрових об'єктів, які інкапсулюють кожен свою логіку [11].

Всі класи розділені на 3 блоки. В першому блоці представлені класи Сцен, які відображаються користувачу і клас GameCharacter, від якого успадковуються всі анімовані об'єкти гри. Клас GameCharacter має методи для відтворення себе на сцені.

В другому блоці знаходяться класи Контролерів, які в залежності від параметрів гри (GameParameters), рівня (LevelParameters) і стану (GameState, LevelState), а також дій гравця здійснюють взаємозв'язок між об'єктами гри, змінюючи їх стан, а також посилають повідомлення сцені відображати нову ігрову ситуацію[12].

Третій блок відповідає за логіку гри. Класи даного блоку містять інформацію про поточний Стані гри і рівня і про Параметри гри і рівня, які задаються адміністратором гри.

На рис. 3 можна побачити структуру даного програмного продукту.

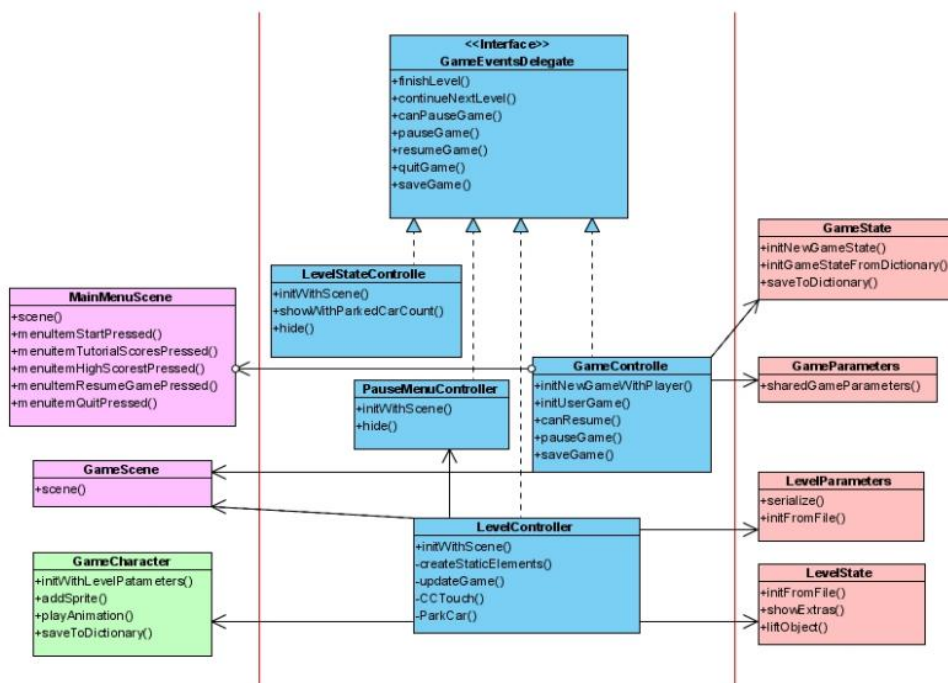


Рисунок 3 – Структура програмного продукту

Висновки. Була розкрита тема розробки відеоігор як таких і розробка відеоігор жанру 2d-runner. В ході розгляду теми про розробку відеоігор було розкрито її принципи, а саме написання коду, створення контенту, механік гри та її тестування.

В роботі були приведені два досить схожих і в той же час досить відмінних алгоритми розробки. Іншою ключовою темою стали алгоритми виявлення зіткнень об'єктів. В ході розгляду алгоритмів розглянуто всі три види виявлення зіткнень в двовимірних іграх, і розібрані ті види, які були застосовані під час розробки нашої гри.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pupius R. Mastering SFML Game Development. Берлін: Packt Publishing, 2017, 815с.
2. Milchev M. SFML Essentials. Берлін: Packt Publishing, 2015, 263с.
3. Pupius R. SFML Game Development By Example. Berlin: Packt Publishing, 2015, 156с.

-
4. Zombie Top-Down Shooter Game Kit. URL: <https://free-game-assets.itch.io/zombie-top-down-shooter-game-kit>.
 5. A* Search Algorithm. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/a-search-algorithm/>.
 6. Top Down Shoot Em Up Mechanics. Part 2. URL: <https://pushbuttonreceivecode.com/blog/top-down-shoot-em-up-mechanics-part-2>.
 7. Tiled Documentation. URL: <https://doc.mapeditor.org/en/stable/>.
 8. Дойсон М. Beginning C++ Through Game Programming. Лондон: Cengage Learning, 2004, 284с.
 9. Бакленд М. Programming game AI by example. Нью-Йорк: Wordware Publishing, Inc., 2004, 495с.
 10. Розробка відеогри. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B8.
 11. Tutorials for SFML 2.5. URL: <https://www.sfm-dev.org/tutorials/2.5/>.
 12. Collision detection. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Collision_detection.

REFERENCES

1. Pupius R. (2017). Mastering SFML Game Development. Берлін: Packt Publishing, 2017, 815с.
2. Milchev M. (2015). SFML Essentials. Берлін: Packt Publishing, 263с.
3. Pupius R. (2015). SFML Game Development By Example. Berlin: Packt Publishing. 156с.
4. Zombie Top-Down Shooter Game Kit. URL: <https://free-game-assets.itch.io/zombie-top-down-shooter-game-kit>.
5. A* Search Algorithm. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/a-search-algorithm/>.
6. Top Down Shoot Em Up Mechanics. Part 2. URL: <https://pushbuttonreceivecode.com/blog/top-down-shoot-em-up-mechanics-part-2>.
7. Tiled Documentation. URL: <https://doc.mapeditor.org/en/stable/>.
8. Дойсон М. (2004). Beginning C++ Through Game Programming. Лондон: Cengage Learning. 284с. (in Russia).
9. Бакленд М. (2004). Programming game AI by example. Нью-Йорк: Wordware Publishing, Inc. 495с. (in Russia).
10. Розробка відеогри. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B8. (in Russia).
11. Tutorials for SFML 2.5. URL: <https://www.sfm-dev.org/tutorials/2.5/>.
12. Collision detection. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Collision_detection

Глущенко А.А., Шикла Е.Н.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ – ИГРЫ НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID

Был рассмотрен один из наибольших сегментов рынка продуктов - видеоигры. Исследован алгоритм создания мобильной игры. Освещена разработка под выбранную платформу с использованием Android Studio, Cocos Studio, работа объектного менеджера, обработка игрой действий игрока. В ходе разработки видеоигры были показаны ее составляющие, а именно написания кода, создание контента, разработка игровых механик и тестирования.

Предложен алгоритм генерации объектов и результата столкновения игрока с ними. Раскрывается процесс разработки видеоигры и разделения его на этапы. Описан алгоритм оптимизации сохранения и использования изображений. Исследована качественная работа с памятью, в первую очередь, на мобильных устройствах. Детально описаны понятия сцены и спрайта, установлены правила работы со сценами и изображениями на экране мобильного

устройства. Были рассмотрены два похожих по своему подходу, и, в то же время, принципиально разных по результату алгоритма определения столкновений объектов. Описанный программный продукт включает в себя собственноручно написанный движок - рендерер. В качестве теоретической основы реализации рендеринга был взят упрощенный вариант рейтрейсинга - рейкастинг. Метод рейкастинга был выбран как оптимальный за его высокую скорость при достаточном качестве видео. Был выбран крос-платформенный фреймворк, который используется для разработки интерактивных приложений и игр. Рассмотрено использование встроенных в игровой движок визуального редактора, готовых модулей рендеринга, анимации спрайтов и обработки столкновений, что очень упрощает процесс разработки.

Описана структура программного продукта и игровые классы сущностей, такие как персонаж, предметы. Приведен алгоритм реализации метода рейкастинга и проведены соответствующие математические расчеты для построения прямой. Смоделирован дизайн оформления игрового пространства на основной заданной карты с добавлением текстур. Дополнительно разработана возможность самостоятельной генерации уровней.

Ключевые слова: разработка игр, мобильное приложение, операционная система Android, алгоритм разработки мобильного приложения, рендерер, метод рейкастинга, крос-платформенный фреймворк

Hlushchenko A.A., Shikula E.N.

MOBILE APP DEVELOPMENT ON ANDROID PLATFORM

Here was considered one of the largest segments of the product market - video games. The algorithm for creating a mobile game is investigated. The development for the selected platform using Android Studio, Cocos Studio, the work of the object manager, the processing of the player's actions by the game are highlighted. During the development of a video game, its components were shown, namely writing code, creating content, developing game mechanics and testing.

An algorithm for generating objects and the result of a player's collision with them is proposed. The process of developing a video game and its division into stages is disclosed. An optimization algorithm for saving and using images is described. The high-quality work with memory is investigated, first of all, on mobile devices. The concepts of scene and sprite are described in detail, the rules for working with scenes and images on the screen of a mobile device are established. We considered two similar in their approach, and, at the same time, fundamentally different algorithms for determining collisions of objects. The described software product includes a hand-written engine - a renderer. As a theoretical basis for the implementation of rendering, a simplified version of raytracing was taken - rakecasting. The method of rakasting was chosen as optimal for its high speed with sufficient video quality. A cross-platform framework was chosen, which is used to develop interactive applications and games. We consider the use of the built-in visual engine in the game engine, ready-made rendering modules, animation sprites and collision processing, which greatly simplifies the development process.

The structure of the software product and game classes of entities such as character, objects are described. An algorithm for the implementation of the rakasting method is presented and the corresponding mathematical calculations are carried out to construct a straight line. The design of the design of the game space on the main map, which is set, with the addition of textures, is simulated. Additionally, the ability to independently generate levels has been developed.

Keywords: game development, mobile app, Android operating system, mobile app development algorithm, renderer, ray casting, cross-platform framework.

Гузенко З.М., Шидула О.М.

РОЗРОБКА ВЕБ-СЕРВІСУ-АГРЕГАТОРА ЛІКАРІВ ТА МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

Розглянуто проблематику пошуку лікарів та запису на прийом до лікаря. Аналіз існуючих сайтів показав характерні їх недоліки. Саме тому актуальною є розробка веб-сервісу для пошуку лікарів і медичних закладів, який би автоматизував основну частину роботи, надав можливість мати швидкий доступ до інформації, а також покращити роботу лікарень за рахунок зворотного зв'язку.

Для реалізації програмного продукту використовувалась мова програмування PHP. Оскільки інтерфейс системи є веб-додатком, потрібно вибрати СУБД, з якою можуть співпрацювати мови програмування для написання веб-додатків, було вибрано MySQL. Для зручного адміністрування сервісу його розробку доцільно виконувати на основі CMS, було вибрано October CMS. Як середовище розробки для PHP було вибрано комерційне крос-платформове інтегроване середовище JetBrains PhpStorm.

Програмний продукт складається з двох версій сайту: користувацької і адміністративної. Кожна версія має свою front-end і back-end частину. October CMS частково допомагає реалізувати побудову front-end частини користувацької версії та повністю будує адміністративну версію сайту. Додавання функціоналу відбувалося за допомогою створення теми та плагінів для October CMS. Кожна функціональна частина сайту логічно відокремлена і реалізована у вигляді плагіну. Тож готовий програмний продукт має додатково розроблені плагіни: “Лікарі”, “Заявки”, “Контент”, “Співробітництво”, “Відгуки”. Також для реалізації деяких функцій використані плагіни інших авторів: “MenuManager” автора Ben Freke та “Builder” автора RainLab.

Описано функціонування адміністративної і користувацької частин розробленого програмного продукту.

Отже, спроектовано та розроблено програмний продукт “Веб-сервіс-агрегатор лікарів та медичних закладів”, який є каталогом лікарів та лікарень і дає можливість автоматизувати процеси пошуку лікаря та лікарні, покращує вибір медичних працівників та закладів, дає можливість оцінити роботу лікаря і лікарні, має продуману і захищену адміністративну панель та зручний інтерфейс.

Ключові слова: веб-додаток для пошук лікарів, PHP, MySQL, October CMS, Laravel, PhpStorm, адміністративна частина, користувацька частина.

Постановка проблеми. Створення веб-сайтів є однією з найважливіших технологій розробки ресурсів Internet. Хороший сайт, вбираючи в себе всю корисну інформацію, є найкращою візитною карткою і комерційної фірми, і освітнього закладу, працюючи на них в будь-який час доби.

Масштабна комп'ютеризація послуг не оминула і медицину. Лікарні почали використовувати e-mail технології, з'явилися перші сайти клінік, де можна було подивитись інформацію про лікарів, графік, саму лікарню, вартість прийому та інше. Пізніше з'явилась можливість записуватись до лікаря заповнивши форму на сайті лікарні. З розвитком мобільного інтернету лікарні почали створювати мобільні версії сайтів, які давали можливість перегляду сайту з мобільного телефону. Потім з'явилась конкуренція серед приватних лікарень, кожна лікарня почала “просувати” свій сайт в пошукових системах, робити його зручнішим.

Створення сайтів клінік гарно вплинуло на якість наданих послуг, але з'явився ряд проблем.

По-перше, людина почала витрачати багато часу на пошук та порівняння потрібного їй лікаря або лікарні, пацієнт повинен використовувати пошукові системи, створювати правильні пошукові запити, щоб знайти потрібну інформацію, також, пошукова система не завжди знаходить коректну інформацію, бо на це впливає рівень “просунутості” в пошуковій системі того чи іншого сайту клініки.

По-друге, лікарня може підробляти відгуки на своєму сайті, що не дасть достовірної інформації від пацієнтів і, навіть, може виникнути момент шахрайства. Також, лікарі стали “залежними” від лікарні і не можуть отримати власні відгуки, лише деякі сайти лікарень можуть містити відгуки про лікарів окремо.

Також, користувач не має можливості зберегти лікарів, в яких він зацікавився, з різних сайтів. Лікарня та лікарі не мають можливості конкурувати на рівних умовах з іншими.

Саме тому актуальною є розробка веб-сервісу для пошуку лікарів і медичних закладів, який би автоматизував основну частину роботи, надав можливість мати швидкий доступ до інформації, а також покращити роботу лікарень за рахунок зворотного зв'язку. Саме тому актуальною є розробка веб-сервісу, який міг би розв'язувати ці проблеми і створювати нові переваги.

Веб-сервіс повинен виступати в ролі агрегатора лікарень та лікарів зі зручним управлінням як зі сторони користувача, так і зі сторони адміністратора. Базовими вимогами для такого сервісу є надання можливості:

- користувачу записатись на прийом до лікаря;
- користувачу порівнювати, сортувати лікарів, клініки;
- користувачу отримувати інформацію в однаковому вигляді (інтерфейсі);
- користувачу переглядати реальні перевірені відгуки на сайті;
- клінікам домовлятися про співпрацю;
- адміністратору (власнику) без допомоги програміста виконувати базові функції адміністрування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведемо огляд подібних програмних продуктів та визначимо їх сильні і слабкі сторони, а отримані дані використаємо під час проєктування власного програмного продукту. Найбільш популярні варіанти це: Yourdoctor - Medical and Doctor Website CMS, Hospital & Doctor Directory, MJM Clinic, MyDoctor - Bootstrap Doctor Directory CMS Script [1-3].

Аналіз сайтів показав наступні характерні їх недоліки:

- складність у користуванні, яку дає незрозумілий інтерфейс;
- недостатність інформації;
- погана оптимізація під пошукові системи;
- відсутність важливих функцій;
- погана робота сайту;
- неактуальність інформації.

Мета дослідження. Основною метою проведення робіт є створення зручного сервісу для пацієнтів, при якому лікарі і лікарні зможуть конкурувати за однакових умов. Також сервіс має бути захищеним та легким для обслуговування і зміни інформації.

Основний матеріал дослідження. Засоби розробки програмного продукту. Для реалізації програмного продукту використовувалась мова програмування PHP. PHP містить ряд готових бібліотек для роботи із популярними базами даних. Використання PHP може забезпечити максимальну свободу дій і безпеку [1-3].

Оскільки інтерфейс системи буде веб-додатком, потрібно було обрати СУБД, з якою можуть співпрацювати мови програмування для написання веб-додатків [4]. Було вибрано MySQL внаслідок її високої продуктивності та функціональної простоти [5, 6].

Оскільки однією з проблем, яку повинен вирішувати сервіс, є зручне його адміністрування, то його розробку доцільно виконувати на основі CMS. Це дасть змогу

уникнути створення базових речей, які вже були створені та стандартизовані раніше. Поміж CMS систем було зроблено вибір на користь October CMS [7, 8]. October CMS - це безкоштовна система керування вмістом (CMS) з відкритим вихідним кодом на основі мови програмування PHP і фреймворку Laravel. Вона підтримує MySQL та ін., робить створення, дизайн і редагування та веб-додатків ще швидше, безпечніше та інтуїтивніше [7, 9].

Як середовище розробки для PHP було вибране комерційне крос-платформове інтегроване середовище JetBrains PhpStorm, яке створено компанією JetBrains. PhpStorm являє собою інтелектуальний редактор для PHP, HTML і JavaScript з можливостями аналізу коду на льоту, запобігання помилок у сирцевому коді і автоматизованими засобами рефакторингу для PHP і JavaScript.

Програмний продукт складається з двох версій сайту: користувацької і адміністративної. Кожна версія має свою front-end і back-end частину. October CMS частково допомагає реалізувати побудову front-end частини користувацької версії та повністю будує адміністративну версію сайту. Додавання функціоналу відбувалося за допомогою створення теми та плагінів для October CMS. Кожна функціональна частина сайту логічно відокремлена і реалізована у вигляді плагіну. Тож готовий програмний продукт має додатково розроблені плагіни: “Лікарі”, “Заявки”, “Контент”, “Співробітництво”, “Відгуки”. Також для реалізації деяких функцій використані плагіни інших авторів: “MenuManager” автора Ben Freke та “Builder” автора RainLab.

Розробку кожного плагіну слід починати з проєктування бази даних. Кожен плагін може мати одну і більше таблиць в базі даних, також в базі даних будуть присутні таблиці CMS системи. В результаті проєктування з’являється визначена структура бази: склад таблиць, їхня структура і логічні зв’язки.

Опис адміністративної частини. Для того щоб зайти в адміністративну частину сайту потрібно зайти на адміністративну адресу. Форма входу, що зображена на рис. 1. має наступні елементи:

- поля для введення логіну і паролю;
- кнопку входу;
- посилання для відновлення паролю.

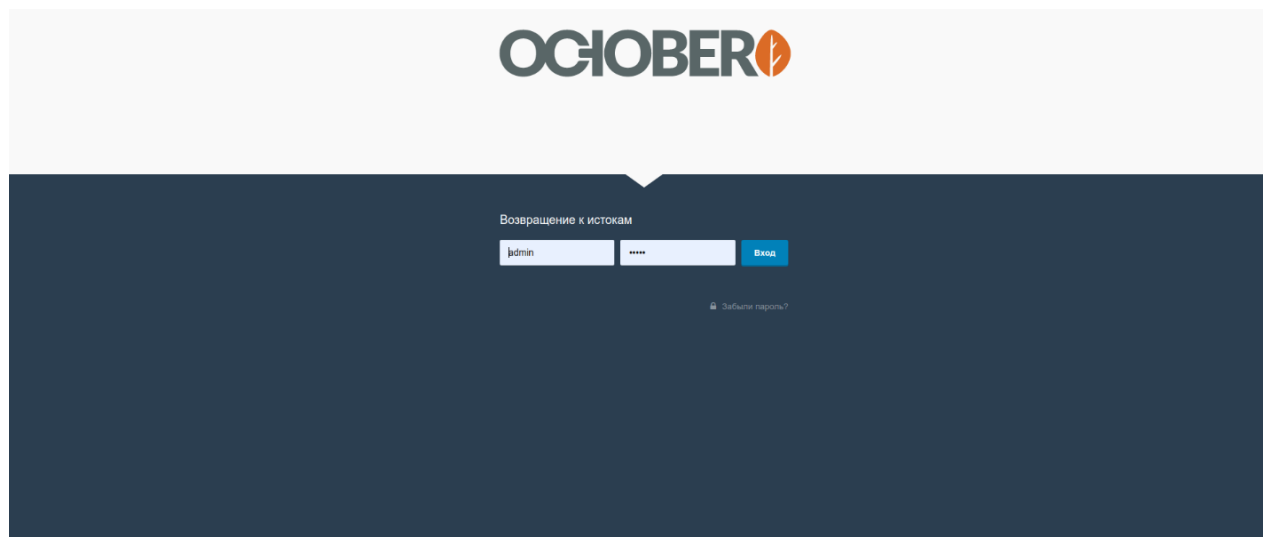


Рисунок 1 – Сторінка входу до адміністративної панелі

Головна сторінка адміністративної частини містить в собі загальну підсумовуючу інформацію про систему та меню навігації.

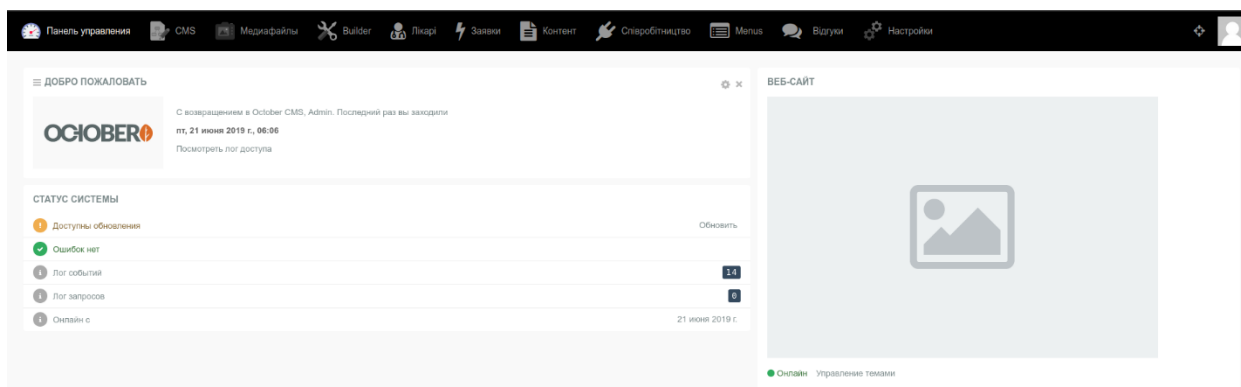


Рисунок 2 – Головна сторінка адміністративної частини

На сторінці зі списком лікарів (рис. 3) відбуваються всі головні операції з записами про лікарів. З цієї сторінки адміністратор може потрапити до розділів: Категорії (управління спеціальностями), Лікарні (управління лікарнями), SEO шаблони. Натискання на запис відкриває сторінку редагування лікаря. Основні елементи сторінки лікарів (рис 3):

- головне та додаткове меню навігації;
- список лікарів з головною інформацією про них;
- панель сортування;
- панель операцій з записами про лікарів;

	Ю	ПІБ	ЦІНА	ДАТА ДОДАВЛЕННЯ	ДАТА ІЗМЕНЕННЯ	ОСЫЛКА	КАТЕГОРИЯ
☐	6	Мазур Елена Олеговна	400	сб, 22 июня 2019 г., 20:26	сб, 22 июня 2019 г., 20:26	doc.mod doctor mazur-elena-olegovna	Кардиолог Педиатр Терапевт
☐	5	Дубова Анна Ивановна	400	сб, 22 июня 2019 г., 17:26	пн, 24 июня 2019 г., 02:53	doc.mod doctor dubovaya-anna-ivanovna	Гастроэнтеролог Кардиолог Педиатр Терапевт
☐	4	Жалдак Александр Николаевич	150	сб, 22 июня 2019 г., 17:23	сб, 22 июня 2019 г., 18:52	doc.mod doctor zhaldak-aleksandr-nikolaevich	Стоматолог
☐	3	Ступикова Виктория Сергеевна	100	сб, 22 июня 2019 г., 17:20	пн, 24 июня 2019 г., 03:15	doc.mod doctor stupikova-viktoria-sergeevna	Стоматолог
☐	2	Боднарук Сергей Иванович	700	сб, 22 июня 2019 г., 15:05	сб, 22 июня 2019 г., 17:10	doc.mod doctor bodnaruik-sergei-ivanovich	Терапевт Хирург
☐	1	Вергуленко-Фаль Анна Олеговна	800	сб, 22 июня 2019 г., 15:01	пн, 24 июня 2019 г., 02:51	doc.mod doctor vergulenko-fal-anna-olegovna	Акушер-гинеколог

Рисунок 3 – Сторінка лікарів

На сторінці редагування лікаря міститься вся професіональна інформація про лікаря та про медичний заклад, де він працює. В системі також є сторінки управління категоріями (спеціальностями) та лікарнями, сторінка обробки заявок до лікаря, сторінка для управління відгуками.

Опис клієнтської частини. Кожна сторінка клієнтської частини сайту містить шапку і підвал. В шапці знаходиться поле для інтерактивного пошуку, при введенні тексту система підбирає і пропонує можливі збіги. Також шапка сайту має логотип, який являє собою посилання на головну сторінку. В шапці знаходиться посилання на сторінку вибраних лікарів, поряд з посиланням знаходиться рахівник кількості вибраних лікарів. Головна сторінка сайту реалізована у вигляді шаблону [10], який можна наповнити та доповнити з адміністративної панелі. На ній розміщені блоки з рекомендованими лікарями, клініками та блок з останніми відгуками про лікарів або лікарні на сайті.

Вигляд першого екрану клієнтської частини показаний на рис. 4.

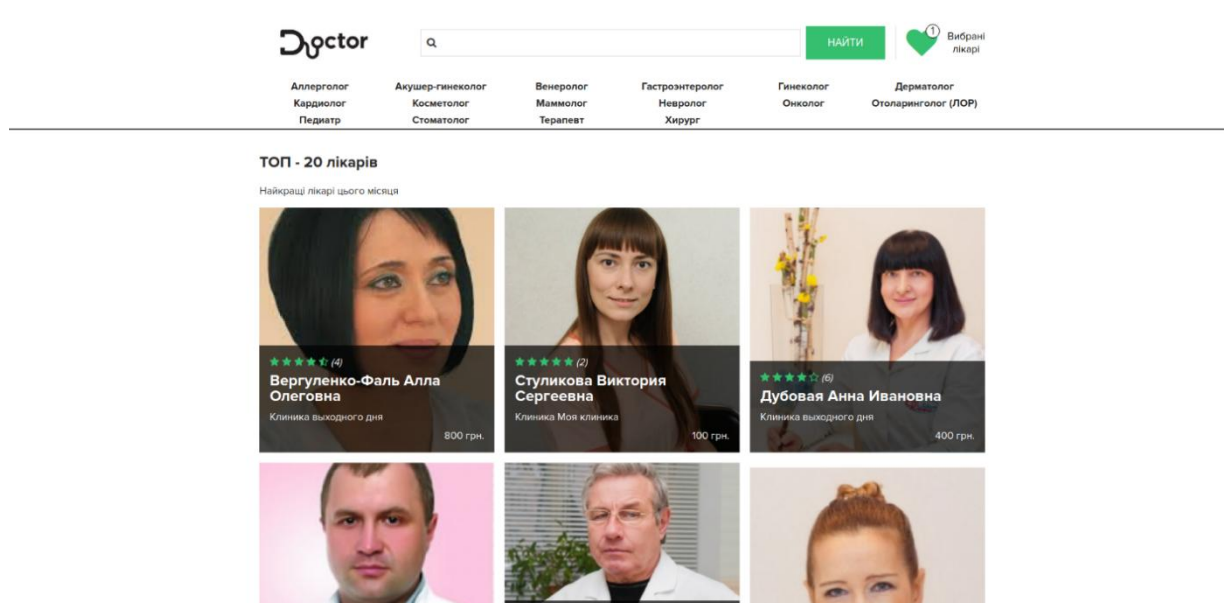


Рисунок 4 – Перший екран клієнтської частини сайту

Каталогом лікарів виступають сторінки категорій (спеціальностей), приклад такої сторінки зображений на рис. 5.

За допомогою технології аякс запитів та слідування за мишею була реалізована система infinite scroll. Вона дозволяє “ходити” по сторінкам сайту без перезавантаження сторінки. Технологія аякс також дає можливість додавати лікарів у вибране без оновлення сторінки.

Також реалізована генерація вікна запису на прийом до лікаря прямо в списку лікарів.

Каталог лікарів має сортування по ціні та по популярності. Популярність лікаря означає кількість унікальних відвідувачів його сторінки. За унікального відвідувача слід вважати користувача, заходив на сторінку лише один раз за цей день. Laravel framework, який є частиною October CMS дає можливість швидко маніпулювати даними, тому сортування відбувається з мінімальною затримкою.

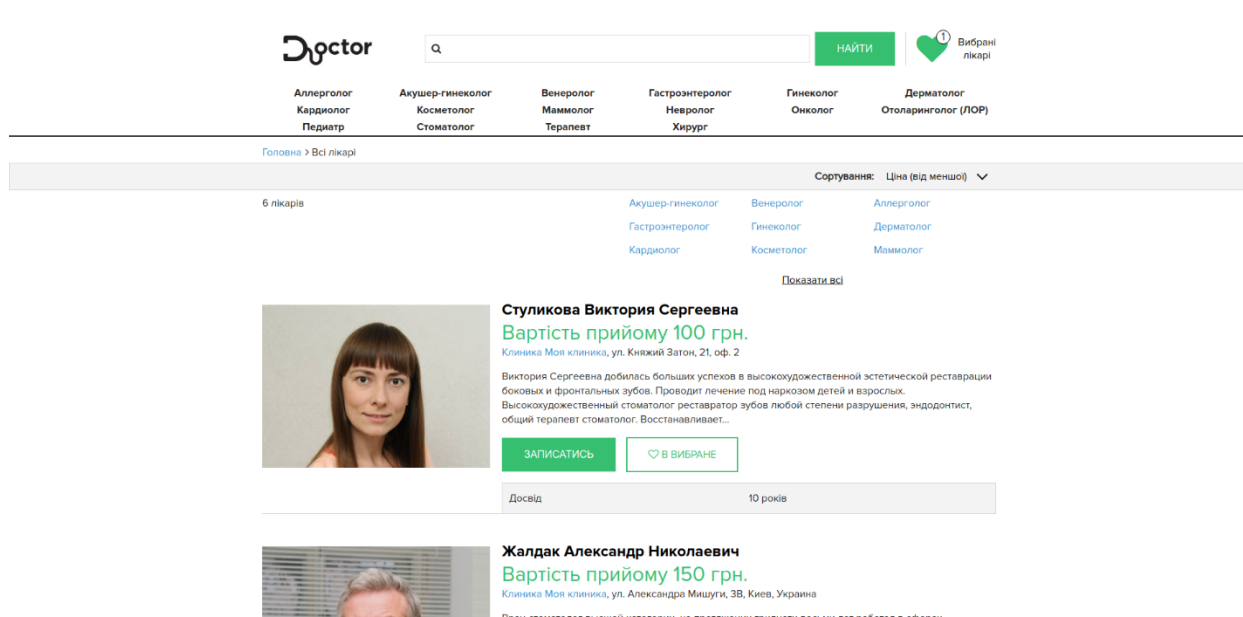


Рисунок 5 – Каталог лікарів

Сторінка лікаря виконана з застосуванням мови JavaScript, (рис. 6). Користувач може побачити повну інформацію про лікаря, додати його в вибране, записатись на прийом. На сторінці лікаря за допомогою сервісу Google maps api можна відкрити велику карту кліком по картинці.

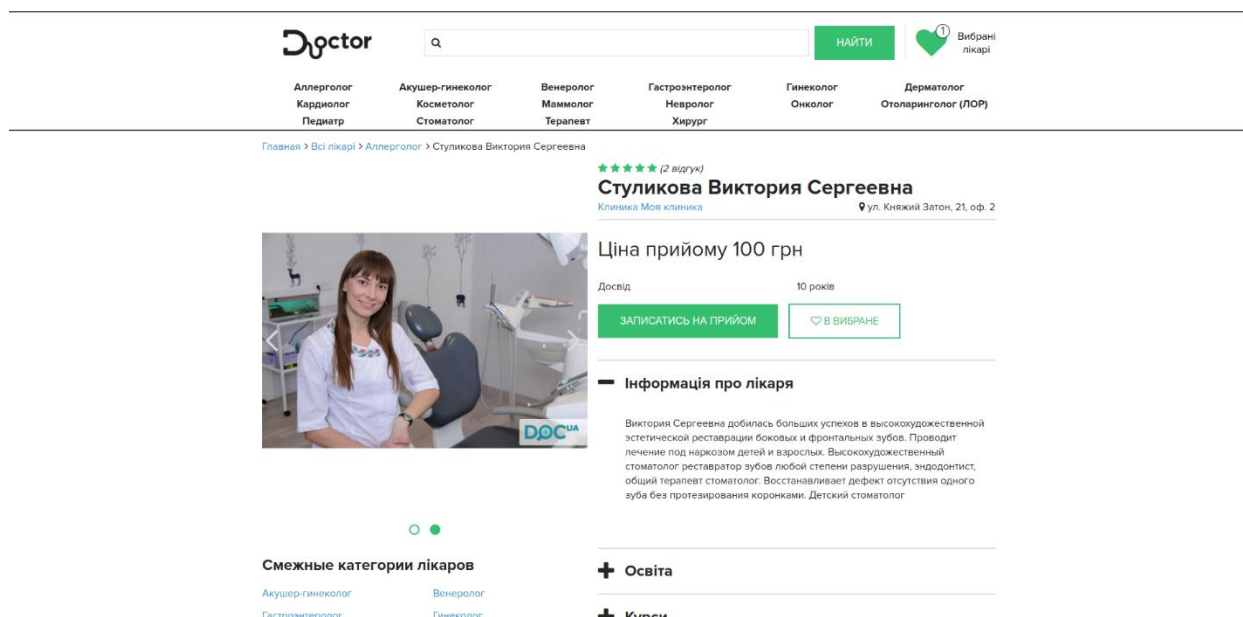


Рисунок 6 – Сторінка лікаря

На сторінці лікаря знаходиться блок відгуків. Кожен користувач може заповнити форму і залишити відгук, адміністратор повинен підтвердити цей відгук. Форма відгуку має валідацію, тому при введенні некоректних даних користувач буде отримувати повідомлення про помилку.

Висновки. Спроектовано та розроблено програмний продукт “Веб-сервіс-агрегатор лікарів та медичних закладів”, який є каталогом лікарів та лікарень і дає можливість автоматизувати процеси пошуку, покращує вибір лікарів та лікарень, дає можливість оцінити роботу лікаря і лікарні, має продуману і захищену адміністративну панель та зручний інтерфейс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гутманс Э. PHP 5. Профессиональное программирование. СПб.: Символ-Плюс, 2006. 704 с.
2. Зандстра М. PHP. Объекты, шаблоны и методики программирования. СПб.: Вильямс, 2015. 576 с.
3. PHP: Hypertext Preprocessor. URL: <http://php.net/>
4. Дейт К. Введение в системы баз данных. СПб.: Вильямс, 2005. 1316 с.
5. MySQL 5.0. Библиотека программиста. СПб.: Питер, 2010. 253 с.
6. SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: сравнение систем управления базами данных [Электронный ресурс]. URL: <http://devacademy.ru/posts/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql/>
7. October - PHP CMS platform based on the Laravel Framework. URL: <https://octobercms.com/>
8. October CMS vs Wordpress 2018 Review | Leader Internet. URL: <https://leaderinternet.com/blog/october-cms-vs-wordpress>
9. Фрімен Е., Робсон Е., Сьерра К., Бейтс Б. Паттерны проектирования. М.: O'Reilly, 2016. 656 с.
10. Нельсен Я. Веб дизайн. СПб.: Питер, 2013. 504 с.

REFERENCES

1. Gutmans E. (2006). PHP 5. Professional`noe programmirovaniye. [Professional Programming]. St. Petersburg: Symbol-Plus, 704 p. (in Russia).
2. Zandstra M. (2015). PHP. Ob`ekty`, shablony` i metodiki programmirovaniya. [PHP. Objects, patterns and programming techniques]. St. Petersburg: Vil`yams, 576 p. (in Russia).
3. PHP: Hypertext Preprocessor. URL: <http://php.net/>
4. Dejt K. (2005). Vvedenie v sistemy` baz danny`kh. [Introduction to Database Systems]. St. Petersburg: Vil`yams, 1316 p. (in Russia).
5. MySQL 5.0. Biblioteka programmista. (2010). [Programmer library]. St. Petersburg: Piter, 253 p. (in Russia).
6. SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: sravnenie sistem upravleniya bazami danny`kh. URL: <http://devacademy.ru/posts/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql/>
7. October - PHP CMS platform based on the Laravel Framework. URL: <https://octobercms.com/>
8. October CMS vs Wordpress 2018 Review | Leader. URL: <https://leaderinternet.com/blog/october-cms-vs-wordpress>
9. Fri`men E., Robson E., S`yerra K., Bejts B. (2016). Patterny` proektirovaniya. [Design patterns.]. M.: O'Reilly, 656 p. (in Russia).
10. Nel`sен Ya. (2013). Veb dizajn. [Web design]. St. Petersburg: Piter, 504 p. (in Russia).

Гузенко З.Н., Шикла Е.Н.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА-АГРЕГАТОРА ВРАЧЕЙ И МЕДИЦИНСКИХ ЗАВЕДЕНИЙ

Рассмотрена проблематика поиска врачей и записи на прием к врачу. Анализ существующих сайтов показал характерные их недостатки. Именно поэтому актуальной является разработка веб-сервиса для поиска врачей и медицинских заведений, который бы автоматизировал основную часть работы, предоставил возможность иметь быстрый доступ к информации, а также улучшить работу больниц за счет обратной связи.

Для реализации программного продукта использовался язык программирования PHP. Поскольку интерфейс системы является веб-приложением, нужно выбрать СУБД, с которой могут работать языки программирования для написания веб-приложений, было выбрано Mysql. Для удобного администрирования сервиса его разработку целесообразно выполнять на основе CMS. Как среда разработки для PHP была выбрана коммерческая кросс-платформенная интегрированная среда JetBrains PhpStorm.

Программный продукт состоит из двух версий сайта: пользовательской и административной. Каждая версия имеет свою front-end и back-end часть. October CMS частично помогает реализовать построение front-end части пользовательской версии и полностью строит административную версию сайта. Добавление функционалу делалось по помощи создания темы и плагинов для October CMS. Каждая функциональная часть сайта логически отделена и реализована в виде плагина. Итак, готовый программный продукт имеет дополнительно разработанные плагины: "Врачи", "Заявки", "Контент", "Сотрудничество", "Отзывы". Также для реализации некоторых функций использованные плагины других авторов: "MenuManager" автора Ben Freke и "Builder" автора Rainlab.

Описано функционирование административной и пользовательской частей разработанного программного продукта.

Итак, спроектирован и разработан программный продукт "Веб-сервис-агрегатор врачей и медицинских заведений", который является агрегатором врачей и больниц и дает возможность автоматизировать процессы поиска врача и больницы, улучшает выбор медицинских работников и заведений, дает возможность оценить работу врача и больницы, имеет продуманную и защищенную административную панель и удобный интерфейс.

Ключевые слова: веб-приложение для поиска врачей, PHP, Mysql, October CMS, Laravel, Phpstorm, административная часть, пользовательская часть.

Huzenko Z.N., Shikula E.N.

DEVELOPMENT OF A WEB SERVICE AGGREGATOR OF MEDICAL SPECIALISTS AND MEDICAL INSTITUTIONS

In this work, the problems of finding doctors and appointments to doctors were considered. Analysis of existing sites showed some weaknesses. That is why it is urgent to develop a web service for finding doctors and medical institutions that would automate the main part of work, provide an opportunity to have quick access to information, and also improve the work of hospitals through feedback.

To implement the software product, the programming language PHP was used. As the system interface is a web application, DBMS with which programming languages for writing web applications can work is required. Therefore, Mysql was chosen. For convenient administration of the service, it is recommended to develop it based on CMS. Commercial cross-platform integrated environment JetBrains PhpStorm was chosen as a development environment for PHP.

The software product consists of user and administrative versions of the site. Each version has its own front-end and backend part. October CMS partially helps to implement the construction of the front-end part of the user version and completely builds the administrative version of the site. Functionality was added through creating themes and plugins for October CMS. Each functional part of the site is logically separated and implemented as a plugin. So, the finished software product has additionally developed plugins: "Doctors", "Applications", "Content", "Cooperation", "Reviews". Also, in order to implement some functions plugins of other authors were used. They are "MenuManager" by Ben Freke and "Builder" by Rainlab.

The functioning of the administrative and user parts of the developed software product is described.

So, the software "Web service aggregator of medical specialists and medical institutions" was designed and developed. It is an aggregator of doctors and hospitals that makes it possible to automate the search for a doctor and hospital, improves the choice of medical workers and institutions, and allows to evaluate the work of a doctor and hospital. It has a well-thought-out and secure administrative panel and a convenient interface.

Keywords: doctor search web application, PHP, Mysql, October CMS, PhpStorm, Laravel, administrative part, user part.

Кудєнцов П.Г., Шикіла О.М.

РОЗРОБКА WEB-САЙТУ «ОНОВЛЕННИЙ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ТРУБОК ДЛЯ ПАЛІННЯ PIPESFORDUDES.UA»

На українському ринку мало інтернет магазинів трубок для тютюнопаління з аксесуарами зі зручним інтерфейсом та швидким адмініструванням, а попит на цей вид товарів є серед прихильників тютюнопаління та серед колекціонерів люльок для паління.

Існує декілька подібних інтернет-магазинів трубок для паління. Але всім їм притаманні такі недоліки, як незручний та непривабливий дизайн сайту, незручна мобільна версія сайту з поганим дизайном та мала кількість функцій сайту. Тому актуальним є створення інтернет-магазину трубок для паління, сайт якого не має таких недоліків.

Розробка Web-сайту інтернет-магазину «PipesforDudes.ua. Інтернет-магазин трубок для паління» проводилася на операційній системі Windows. Сайт розроблено на мовах програмування: HTML, PHP, CSS, JavaScript, а також було створено базу даних MySQL.

Для розробки Web-сайту було використано такі інструментальні засоби, як фоторедактор Adobe Photoshop, кросплатформений редактор початкових текстів програм Sublime Text, а також веб-додаток з відкритим кодом на мові PHP із графічним веб-інтерфейсом для адміністрування бази даних MySQL – phpMyAdmin, за допомогою якого було спроектовано базу даних магазину.

Для того, щоб даний програмний продукт цілодобово відображався в всесвітній павутині, його було поміщено на віртуальний хостинг www.zzz.com.ua. З локальних серверів було вирішено вибрати локальний сервер Denwer.

Було створено Web-сайт із зручним інтерфейсом. Описано функціонування користувацької частини та адміністративної панелі розробленого програмного продукту.

Програмний продукт було протестовано на всіх сторінках і можна стверджувати, що він відповідає вимогам, якими керувалися проектувальники та розробники; забезпечує правильні дії для усіх можливих вхідних даних; виконує функції за прийнятний час; сумісний з програмним забезпеченням та операційними системами; відповідає задачам замовника.

Розроблено повністю робочий інтернет-магазин з усім необхідним функціоналом та можливістю змін під роботу на комерційних основах.

Ключові слова: Web-сайт «Інтернет-магазин трубок для паління», : HTML, PHP, CSS, JavaScript, MySQL, Adobe Photoshop. Sublime Text. phpMyAdmin, користувацька частина, адміністративна панель, тестування

Постановка проблеми. Звісно, можна прийти до місцевого магазину та вибрати собі в оффлайн режимі потрібний товар. Але люди зараз не мають багато вільного часу для вибору трубок для паління в магазинах, тому їм зручніше вибрати та придбати дома чи в офісі з комп'ютера за допомогою Інтернет магазину з доставкою на дім. Такий спосіб дуже заощаджує час.

Актуальність теми «WEB-сайт «Інтернет магазин трубок для паління» полягає в тому, що на українському ринку мало інтернет магазинів трубок для тютюнопаління з аксесуарами зі зручним інтерфейсом та швидким адмініструванням, а попит на цей вид товарів є серед прихильників тютюнопаління та серед колекціонерів люльок для паління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує декілька подібних інтернет-магазинів трубок для паління. Наприклад, <https://embargo.ua>, <https://calabash.com.ua>, <https://duda.com.ua> та інші. Розглянемо інтернет-магазини трубок для паління детальніше:

Інтернет-магазин «Embargo Shop». Магазин позиціонує себе як «магазин для чоловіків». В асортименті магазину Embargo Shop представлені: тютюн і товари для трубокура (рис. 1), кальяни та аксесуари, сигари, самокрутки, електронні сигарети, натуральну каву, чоловічі вироби та аксесуари зі шкіри, настільні чоловічі ігри, ділові аксесуари для чоловіків, наручні годинник, швейцарські ножі, чоловічі шкатулки, небезпечні бритви, чоловіча косметика для гоління і по догляду за бородою та інші оригінальні і ділові подарунки для чоловіків.

Функціонал Інтернет-магазину дуже широкий:

- наявність рядка пошуку з великою кількістю опцій;
- каталог товарів з зручною навігацією;
- навігаційну панель з усім необхідним покупцеві;
- велику кількість форм зі спеціальними пропозиціями;
- нижній розділ новації та додаткових контактів;
- статті та поради для покупця;

Недоліки сайту «Ембарго»:

- на головній сторінці, багато великих банерів рекламою та з акційними пропозиціями, які набридають користувачеві;
- незручний дизайн сайту, тобто потрібно довго шукати потрібну сторінку(наприклад, сторінку з трубками);
- окрім трубок для паління, на сайті ще багато товарів інших категорій, завдяки чому користувач розгублюється, що в свою чергу призводить до повільного пошуку потрібного товару (наприклад, трубок для паління);
- незручна мобільна версія сайту з поганим дизайном.

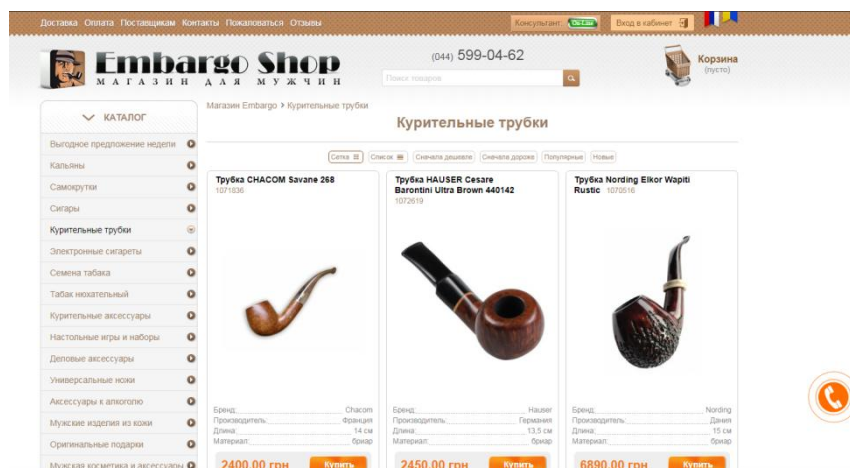


Рисунок 1 – Сторінка з трубками інтернет-магазину «Ембарго»

Інтернет-магазин «Калабаш». Сайт виконано у мінімалістичному стилі (рис.2).

Функціонал Інтернет-магазину «Калабаш»:

- наявність рядка пошуку з великою кількістю опцій;
- каталог товарів;
- навігаційну панель з усім необхідним покупцеві;
- нижній розділ новації та додаткових контактів;
- статті та поради для покупця;

Недоліки сайту «Калабаш»:

- дизайн “шапки” сайту має застарілий непривабливий стиль;
- незручна мобільна версія сайту ;
- мала кількість вибору товару.

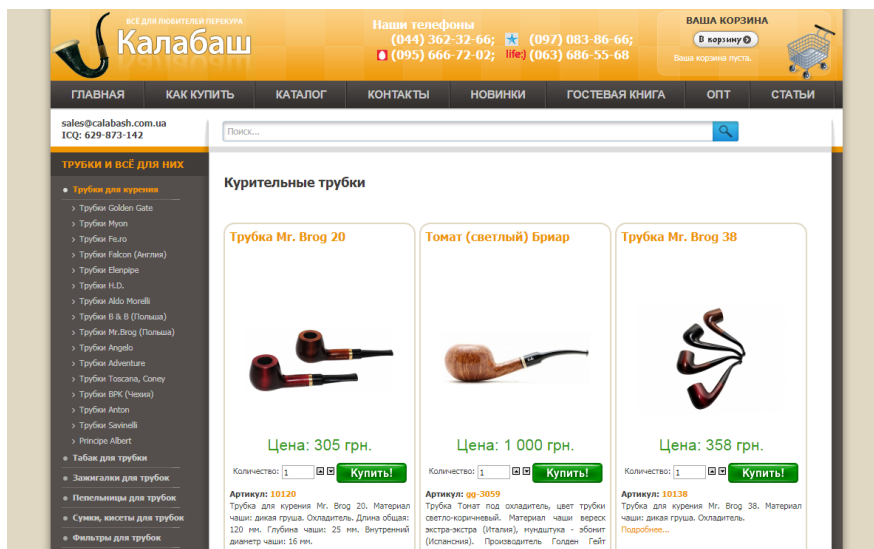


Рисунок 2 – Сторінка з трубками інтернет-магазину «Калабаш»

Мета дослідження. Всім розглянутим магазинам притаманні такі недоліки, як незручний та непривабливий дизайн сайту та незручна мобільна версія сайту з поганим дизайном. Тому актуальним є створення інтернет-магазину трубок для паління, сайт якого не має таких недоліків.

Основний матеріал дослідження. Засоби розробки програмного продукту. Розробка Web-сайту інтернет-магазину «PipesforDudes.ua. Інтернет-магазин трубок для паління» проводилася на операційній системі Windows. Сайт розроблено на найпопулярніших мовах програмування: HTML[8,10], PHP[7-10], CSS[8,10,11], JavaScript [1-3,8,10], а також було створено базу даних MySQL [4-9]. MySQL — компактний багатопотоковий сервер баз даних, що характеризується високою швидкістю, стійкістю і простотою використання.

Для розробки WEB-сайту “Інтернет-магазин трубок для тютюнопаління” було використано такі інструментальні засоби:

- Adobe Photoshop - найкращий та найпопулярніший фоторедактор, розробники якого підтримують його щорічними оновленнями.
- Sublime Text - швидкий кросплатформений редактор початкових текстів програм.
- phpMyAdmin — веб-додаток з відкритим кодом на мові PHP із графічним веб-інтерфейсом для адміністрування бази даних MySQL. Ця програма користується великою популярністю у веб-розробників, оскільки дозволяє керувати базою даних MySQL без вводу SQL команд через дружній інтерфейс і з будь-якого комп'ютера під'єданого до інтернету без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення. За допомогою phpMyAdmin було спроектовано базу даних магазину.

Для того, щоб даний програмний продукт цілодобово відображався в всесвітній павутині, його було поміщено на віртуальний хостинг www.zzz.com.ua. З локальних серверів було вирішено вибрати локальний сервер Denwer. — набір дистрибутивів і програмна оболонка, призначені для створення та налаштування сайтів на локальному ПК (без необхідності підключення до мережі Інтернет) під управлінням ОС Windows.

Інтерфейс інтернет магазину. Інтерфейс служить для взаємодії (управління, контролю і т.п.) між елементами системи. Користувач спочатку потрапляє на сторінку «Вхід на сайт», де можна авторизуватися на сайті, але якщо дані введено некоректно, система повідомить про

помилку. Якщо всі «обов'язкові» поля заповнені, користувач автоматично авторизується та його буде переадресовано на сторінку «Власний кабінет», з неї він може перейти на Головну сторінку. Інтерфейс Головної сторінки інтернет магазину «PipesforDudes.ua» зображено на рис. 3. Червоним кольором позначено хедер (шапку) сайту, в якому знаходяться панель з посиланням на соціальні мережі, логотип сайту, верхнє та головне меню; рожевим кольором позначено логотип/назву сайту; зеленим кольором позначено блок відображення категорій товарів; синім кольором позначено блок відображення вмісту сайту (товари).

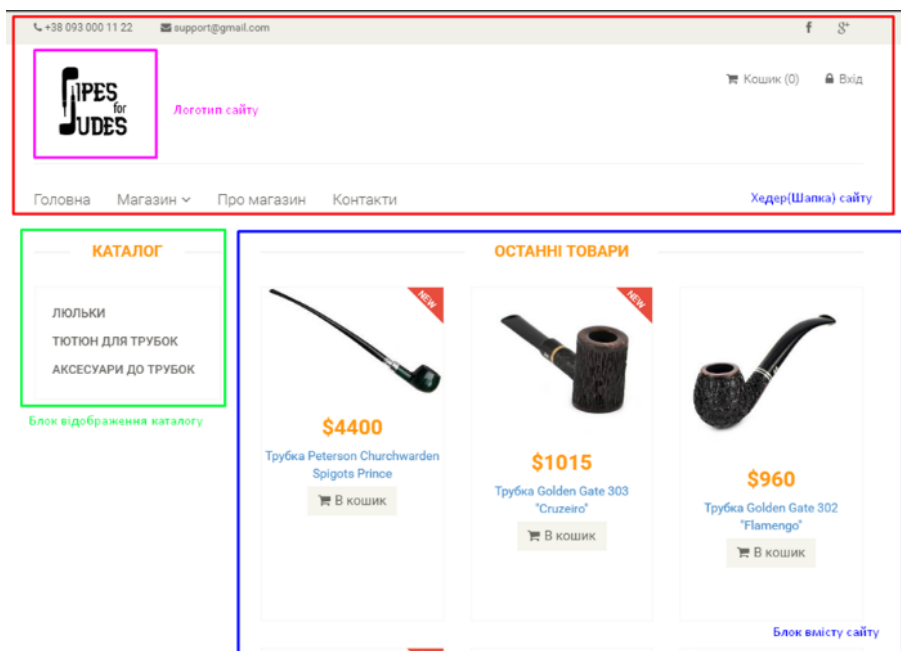


Рисунок 3 – Інтерфейс головної сторінки

При клацанні по товару відкривається Сторінка з товаром (рис. 4). На ній можна детальніше ознайомитись з товаром, тут розміщені назва товару, код товару(артикул), вартість товару за одну штуку, короткий опис товару, показана наявність товару на складі та показано виробника.

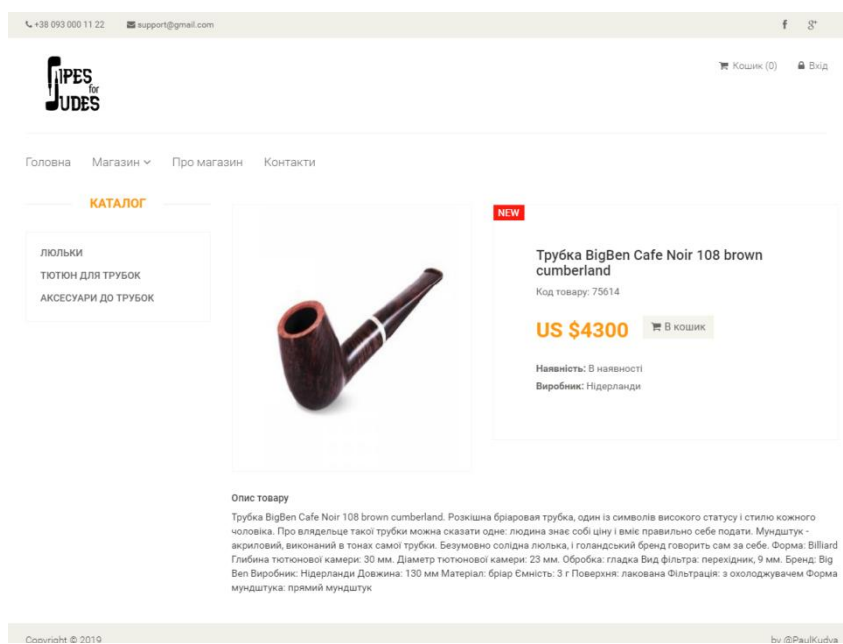


Рисунок 4 – Сторінка товару в інтернет магазині

Товар можна перемістити в Кошик, де покупець може або видалити товари, які передумав придбати, або оформити замовлення. В останньому випадку він переходить на Сторінку «Оформлення замовлення», де заповнює форму.

Також є Сторінки «Про магазин», «Контакти».

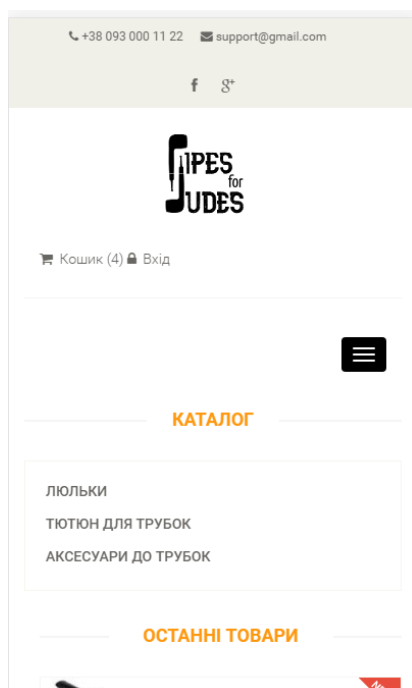


Рисунок 5 – Приклад відображення сайту на мобільному пристрої

Щоб авторизуватися як адміністратор, тобто перейти в admin панель, потрібно в URL рядку після <http://pipesfordudes.ua> написати `/admin/`, після чого авторизуватися під ім'ям адміністратора. Далі система перевіряє чи авторизований користувач. Якщо користувач не авторизований, то система перекидає його на сторінку авторизації і пропонує авторизуватися. Якщо користувач авторизований, то система перевіряє чи має цей користувач права доступу адміністратора. Якщо користувач не має права адміністратора, то система повідомляє про це відповідним повідомленням – «Access denied» (Доступ заборонено). Якщо ж користувач має права адміністратора, то йому система дозволяє увійти на Головну сторінку адміністративної панелі (рис. 6) та виконувати свої дії далі.

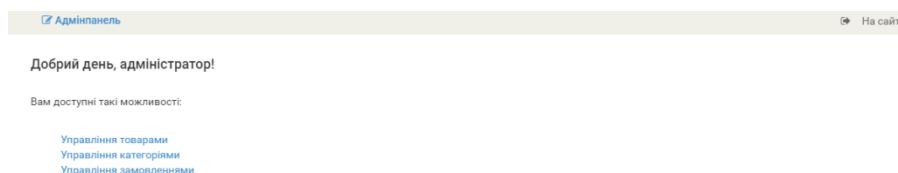


Рисунок 6 – Головна сторінка адміністративної панелі

Розглянемо можливості адмінпанелі детальніше. В адміністративній панелі є додаткові Сторінки «Управління товарами» (сторінку зображено на рис. 7, тут можна редагувати

товари, натиснувши відповідну кнопку  **Редагувати**, видалити товари, натиснувши відповідну кнопку  **Видалити**); а також можна додати новий товар, натиснувши відповідну кнопку

[+ Додати товар](#)

), «Управління категоріями», «Управління замовленнями» (з подальшою переадресацією на сторінки редагування, видалення, додавання, перегляду), тобто можливо:

- керувати товарами (додавати, редагувати, видаляти);
- керувати категоріями (додавати, редагувати, видаляти);
- керувати замовленнями (переглядати, редагувати, видаляти);
- а також повернутися на сторінку магазину.

Адмінпанель

На сайт

Адмінпанель

Управління товарами

Додати товар

Список товарів

ID товару	Артикул	Назва товару	Ціна		
46	26	Люлька В & В Бриар № 102 Red (без фільтра)	1094	✎	✖
47	1352	Йоржі для трубки «Angelo»	75	✎	✖
48	2483	Чистка для курильної трубки (Чехія)	48	✎	✖
49	7512	Підставка під трубку дерев'яна Ненгу для 1 трубки Дуб	90	✎	✖
50	4237	Підставка під трубки дерев'яна Ненгу для 2 трубок - Червоно-жовтий	120	✎	✖
51	8513	Підставка під трубки дерев'яна Ненгу для 3 трубок - Махагон	240	✎	✖
52	45211	Підставка під трубки дерев'яна Ненгу для 6 трубок - Махагон	400	✎	✖
53	37524	Підставка під трубки дерев'яна Ненгу для 10 трубок - Дуб	550	✎	✖
54	61332	Запальничка Zippo Pipe	980	✎	✖
55	45329	Запальничка Eurojet	373	✎	✖
56	78642	Запальничка трубкова Atomic, пластик (2 кольори)	35	✎	✖
57	9124	Попільничка для 2-х трубок	364	✎	✖
58	76645	Сумка Big Ben Combi 2P Black (Шкіра)	1450	✎	✖

Рисунок 7 – Сторінка «Управління товарами»

Кожен програмний продукт повинен обов'язково пройти тестування. І цей програмний продукт не став виключенням. Тестування проводилось на всіх сторінках. Протестувавши програмний продукт можна стверджувати, що він:

- відповідає вимогам, якими керувалися проектувальники та розробники;
- забезпечує правильні дії для усіх можливих вхідних даних;
- виконує функції за прийнятний час;
- сумісний з програмним забезпеченням та операційними системами;
- відповідає задачам замовника.

Висновки. Розглянуто питання актуальності створення інтернет магазину трубок для паління. Розроблено базу даних інтернет магазину, де зберігаються дані про користувачів, товарів та замовлення. Побудовано оригінальний інтерфейс сайту. Протестовані всі функції сайту. Створено повністю робочий інтернет-магазин з усім необхідним функціоналом та можливістю змін під роботу на комерційних основах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дронов В.А. JavaScript в Web-дизайне. М., СПб: БХВ, 2014. 880 с.
2. Кингсли-Хью К.Э. JavaScript 1.5: учебный курс. М., СПб: Питер, 2013. 272 с.
3. Федоров А.Г. JavaScript для всех. М.: Машиностроение, 2012. 384 с.
4. Корнеев В.В., Гариев А.Ф., Васютин С.В., Райх В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. М.: Нолидж, 2000. 352 с.
5. Карпова Т. Базы данных. Модели, разработка, реализация. СПб.: Питер, 2001. 304с.
6. Хусаинова Г.Я. Структурный язык запросов SQL. Стерлитамак: Стрелитамак. гос. пед. институт, 2004. 35 с.
7. Forbes A. The Joy of PHP Programming: A Beginner's Guide to Programming Interactive Web Applications with PHP and MySQL. Plum Island Publishing LLC; 5 edition, 2012. 180 p.

8. Робин Никсон. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. 5-е изд. Бестселлеры O'Reilly. Питер, 2016. 816 с.
9. Маклафлин Б. PHP и MySQL. Исчерпывающее руководство. Бестселлеры O'Reilly Питер, 2013. 512 с.
10. Макдональд М. Веб-разработка Исчерпывающее руководство. Бестселлеры O'Reilly. СПб: Питер, 2016. 640 с.
11. Макфарланд Д. Новая большая книга CSS. Бестселлеры O'Reilly. СПб: Питер, 2016. 720 с.

REFERENCES

1. Dronov V.A. (2014). JavaScript v Web-dizajne. [JavaScript in web design]. M., St. Petersburg: BHV, 880 p. (in Russia).
2. Kingsli-Kh`yu K.E`. (2013). JavaScript 1.5. [JavaScript 1.5.]. M., St. Petersburg: Piter. 272 p. (in Russia).
3. Fedorov A.G. (2012). JavaScript dlya vseh. [JavaScript for everyone.]. M.: Mashinostroenie (Engineering), 384 p. (in Russia).
4. Korneev V.V., Gariev A.F., Vasyutin S.V., Rajkh V.V. (2000). Bazy` danny`kh. Intellektual`naya obrabotka informaczi. [Database. Intelligent information processing]. M.: Nolidzh, 352 p. (in Russia).
5. Karpova T. (2001). Bazy` danny`kh. Modeli, razrabotka, realizacziya. [Database. Models, development, implementation]. St. Petersburg: Piter, 304 p. (in Russia).
6. Khusainova G.Ya. (2004). Strukturny`j yazy`k zaprosov SQL. [Structural SQL query language]. Sterlitamak: Strelitamak state ped institut, 35 p. (in Russia).
7. Alan Forbes. (2012). The Joy of PHP Programming: A Beginner's Guide to Programming Interactive Web Applications with PHP and MySQL. Plum Island Publishing LLC; 5 edition, 180 p.
8. Robin Nikson. (2016). Sozdaem dinamicheskie veb-sajty` s pomoshh`yu PHP, MySQL, JavaScript, CSS i HTML5. [We create dynamic websites using PHP, MySQL, JavaScript, CSS and HTML5]. Bestsellers O'Reilly. St. Petersburg: Piter, 816 p. (in Russia).
9. Brett Maklaflin. (2013). PHP i MySQL. Ischerpy`vayushhee rukovodstvo. [PHP and MySQL. Comprehensive guide]. Best Sellers O'Reilly. SPb: Piter, 512 p. (in Russia).
10. Me`t`yu Makdonal`d. (2016). Veb-razrabotka Ischerpy`vayushhee rukovodstvo. [Web Development Comprehensive Guide]. Best Sellers O'Reilly. St. Petersburg: Piter, 640 p. (in Russia).
11. De`vid Makfarland. (2016). Novaya bol`shaya kniga CSS. [New big CSS book.]. Best Sellers O'Reilly. St. Petersburg: Piter, 720 p. (in Russia).

Куденцов П.Г., Шикула Е.Н.

РОЗРОБКА WEB-САЙТА «ОБНОВЛЁННЫЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ТРУБОК ДЛЯ КУРЕНИЯ PIPESFORDUDES.UA»

На украинском рынке мало интернет магазинов трубок для курения и аксессуаров к ним с удобным интерфейсом и быстрым администрированием, а спрос на этот вид товаров есть среди приверженцев курения и среди коллекционеров трубок для курения.

Существует несколько подобных интернет-магазинов трубок для курения. Но всем им присущи такие недостатки, как неудобный и непривлекательный дизайн сайта и неудобная мобильная версия сайта с плохим дизайном. Поэтому актуальным является создание интернет-магазина трубок для курения, сайт которого не имеет таких недостатков.

Разработка Web-сайта интернет-магазина «Pipesfordudes.ua. Интернет-Магазин трубок для курения» проводилась на операционной системе Windows. Сайт разработан на языках программирования: HTML, PHP, CSS, Javascript, а также была создана база данных MySQL.

Для разработки Web-сайта были использованы такие инструментальные средства, как фоторедактор Adobe Photoshop, кроссплатформенный редактор начальных текстов

программ *Sublime Text*, а также веб-приложение с открытым кодом на языке PHP с графическим веб-интерфейсом для администрирования базы данных MySQL – *phpMyAdmin*, с помощью которого была спроектирована база данных магазина.

Для того, чтобы данный программный продукт круглые сутки отображался во всемирной паутине, его было помещено на виртуальный хостинг *www.zzz.com.ua*. Из локальных серверов было решено выбрать локальный сервер *Denwer*.

Был создан Web-сайт с удобным интерфейсом. Описано функционирование пользовательской части и административной панели разработанного программного продукта.

Программный продукт был протестирован на всех страницах, и можно утверждать, что он отвечает требованиям, которыми руководствовались проектировщики и разработчики;обеспечивает правильные действия для всех возможных входных данных;выполняет функции за приемлемое время;совместим с программным обеспечением и операционными системами;отвечает задачам заказчика.

Разработан полностью рабочий интернет-магазин со всем необходимым функционалом и возможностью изменений под работу на коммерческих основах.

Ключевые слова: Web-сайт «Интернет-магазина трубок для курения», HTML, PHP, CSS, JavaScript, MYSQL, Adobe Photoshop. *Sublime Text*. *phpMyAdmin*, пользовательская часть, административная панель, тестирование

Kudientsov P.H., Shikula E.N.

PIPESFORDUDES.UA PIPESFORDUDES.UA LATEST ONLINE PIPES STORE

In the Ukrainian market there are few online stores of smoking pipes and accessories with a convenient interface and fast administration, and there is a demand for this type of product among the adherents of smoking and among collectors of smoking pipes.

There are several similar online smoking pipe stores. But all of them have such disadvantages as an uncomfortable and unattractive site design and an uncomfortable mobile version of a site with poor design. Therefore, it is relevant to develop a website for an online smoking pipe shop, the site of which does not have such disadvantages.

Web-site development for “*Pipesfordudes.ua smoking pipe online store*” was carried out on the Windows operating system. The site was developed in programming languages: HTML, PHP, CSS, Javascript, and a MySQL database was also created.

To develop the Web site, we used such tools as the Adobe Photoshop photo editor, the crossplatforms initial text editor *Sublime Text*, as well as an open-source PHP web application with a graphical web interface for administering the MySQL database - *phpMyAdmin*, using whose store database was designed.

In order for this software product to be displayed on the World Wide Web around the clock, it was placed on a virtual hosting *www.zzz.com.ua*. From local servers, it was decided to choose a local *Denwer* server.

A Web site with a user-friendly interface was created. The functioning of the user part and the administrative panel of the developed software product is described.

The software product has been tested on all pages, and it can be argued that it:meets the requirements that guided designers and developers;provides the correct actions for all possible input data;performs functions in an acceptable time;compatible with software and operating systems;meets customer needs.

A fully working online store with all the necessary functionality and the possibility of changes for work on a commercial basis has been developed.

Keywords: Web site of the “Online Smoking Pipe Store”, HTML, PHP, CSS, JavaScript, MYSQL, Adobe Photoshop. *Sublime Text*. *phpMyAdmin*, user part, admin panel, testing

Мовчан Т.О., Шидула О.М.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ПРОДУКЦІЇ AVON

Компанія AVON - косметична фірма, яка поширює свою продукцію виключно через консультантів (мережевий маркетинг). Компанія AVON розповсюджує свою продукцію за методом прямого продажу. Прямий продаж – це реалізація товарів та послуг кінцевому споживачу за межами звичайних місць роздрібної торгівлі шляхом індивідуальної презентації товарів чи послуг. Серед компаній, які працюють за методом прямого продажу в Україні, AVON посідає перше місце за рівнем першого згадування назви компанії опитуваними та у числі лідерів серед компаній прямого продажу, продукція яких популярна серед споживачів усіх вікових груп у віці до 45 років. Конкурентами її є такі фірми, як – Mary Kay, Oriflame, Faberlic, Amway. Хороша інформаційна система обліку, вбираючи в себе всю корисну інформацію, є найкращою помічницею персоналу і засобом успішної діяльності в умовах конкуренції. Тому актуальним є створення привабливої та інформативної інформаційної системи обліку продукції Avon.

Для Avon потрібно розробити автоматизовану інформаційну систему обліку продукції: структуру меню інформаційної системи обліку продукції Avon, логічну структуру бази даних, фізичну модель даних, екранні форми по відображенню необхідної інформації.

Створена логічна модель даних, або логічна схема – модель даних конкретної предметної області, виражена незалежно від конкретного продукту керування базами даних або технології зберігання (фізична модель даних), але в термінах структур даних, таких як реляційні таблиці та колонки, об'єктно-орієнтовані класи чи теги XML.

Фізичне проектування бази даних залучає глибоке використання конкретної технології керування базами даних. Як СУБД використовувалась Microsoft Access – система управління базами даних, програма, що входить до складу пакету офісних програм Microsoft Office.

Створено екранні форми інформаційної системи. Для запуску інформаційної системи обліку продукції Avon необхідно зайти до кореневого каталогу системи та запустити виконавчий файл. В результаті отримаємо головну форму інформаційної системи. Далі робота інформаційної системи здійснюється за допомогою форм, які відкриваються при натисканні на відповідний елемент.

Таким чином, розроблена автоматизована інформаційна система обліку продукції Avon, в якій реалізовано оновлення бази даних та реалізовано вхідну інформацію, що є найбільш детальною і становить основу для наступної логічної та арифметичної обробки даних. Впровадження створеної інформаційної системи обліку продукції AVON дозволить отримати повну, достовірну та своєчасну інформацію стосовно обліку наявності косметичної продукції на офісі

Ключові слова: *автоматизована інформаційна система обліку продукції Avon, мережевий маркетинг, логічна структура бази даних, фізичне проектування бази даних, Microsoft Access, екранні форми інформаційної системи*

Постановка проблеми. Інформаційна система (англ. Information system) – сукупність методів організаційних і технічних засобів для збереження та обробки інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів. Сьогодні практично кожна інформаційна система використовує комп'ютерні технології. Компанія AVON - косметична фірма, яка

поширює свою продукцію виключно через консультантів (мережевий маркетинг). Для неї потрібно розробити автоматизовану інформаційну систему обліку продукції: структуру меню інформаційної системи обліку продукції Avon, логічну структуру бази даних, фізичну модель даних, екранні форми по відображенню необхідної інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною діяльністю: косметичної фірми AVON є поширення своєї продукції виключно через консультантів (мережевий маркетинг). с

Характерними ознаками методу прямого продажу є безпосередній контакт зі споживачем у зручному для нього місці, демонстрація продукції та вичерпна консультація продавця щодо неї та можливостей бізнесу прямого продажу [1]. Прямий продаж є зручним для споживачів продукції, які бажають мати альтернативу магазинам чи іншим традиційним закладам роздрібної торгівлі [2]. Метод прямого продажу популярний, про що свідчать дані дослідження, проведеного Українською Асоціацією Прямого Продажу за 2018 рік [3]:

Серед компаній, які працюють за методом прямого продажу в Україні, AVON посідає перше місце за рівнем першого згадування назви компанії опитуваними та у числі лідерів серед компаній прямого продажу, продукція яких популярна серед споживачів усіх вікових груп у віці до 45 років. Конкурентами її є такі фірми, як – Mary Kay, Oriflame, Faberlic, Amway. Хороша інформаційна система обліку, вбираючи в себе всю корисну інформацію, є найкращою помічницею персоналу і засобом успішної діяльності в умовах конкуренції. Тому актуальним є створення привабливої та інформативної інформаційної системи обліку продукції Avon.

Мета дослідження. Створити автоматизовану інформаційну систему обліку продукції Avon. Впровадження інформаційної системи обліку продукції AVON дозволить отримати повну, достовірну та своєчасну інформацію стосовно обліку наявності косметичної продукції на офісі.

Основний матеріал дослідження. Логічна модель даних, або логічна схема – модель даних конкретної предметної області, виражена незалежно від конкретного продукту керування базами даних або технології зберігання (фізична модель даних), але в термінах структур даних, таких як реляційні таблиці та колонки, об'єктно-орієнтовані класи чи теги XML.

Для виконання поставленої задачі спроектуємо базу даних з наступною структурою [4-6]:

- довідник представників (predst);
- довідник різновидів косметичної продукції (razn);
- довідник груп косметичної продукції (grupa);
- довідник підгруп косметичної продукції (podgrupa);
- довідник косметичної продукції (prod);
- довідник одиниць вимірювання (edizm);
- накладна на прийом косметичної продукції (nakl);
- додаток до накладної на прийом косметичної продукції (nakprod).

Як СУБД використовувалась Microsoft Access [7, 8]– система управління базами даних, програма, що входить до складу пакету офісних програм Microsoft Office. Вона має широкий спектр функцій, включаючи зв'язані запити, сортування по різних полях, зв'язок із зовнішніми таблицями і базами даних.

У схемі даних нормалізованої бази даних, яка заснована на відносинах «один-до-одного» і «один-до-багатьох» між таблицями, для зв'язків цих таблиць за унікальним індексом головної таблиці або первинним ключем були встановлені параметри забезпечення зв'язкової цілісності [9]. Схема даних в системі управління базами даних Access дозволяє наочно відобразити логічну структуру бази даних, показує таблиці і зв'язки між ними, до того ж забезпечує використання встановлених в базі зв'язків при виконанні обробки даних [10].

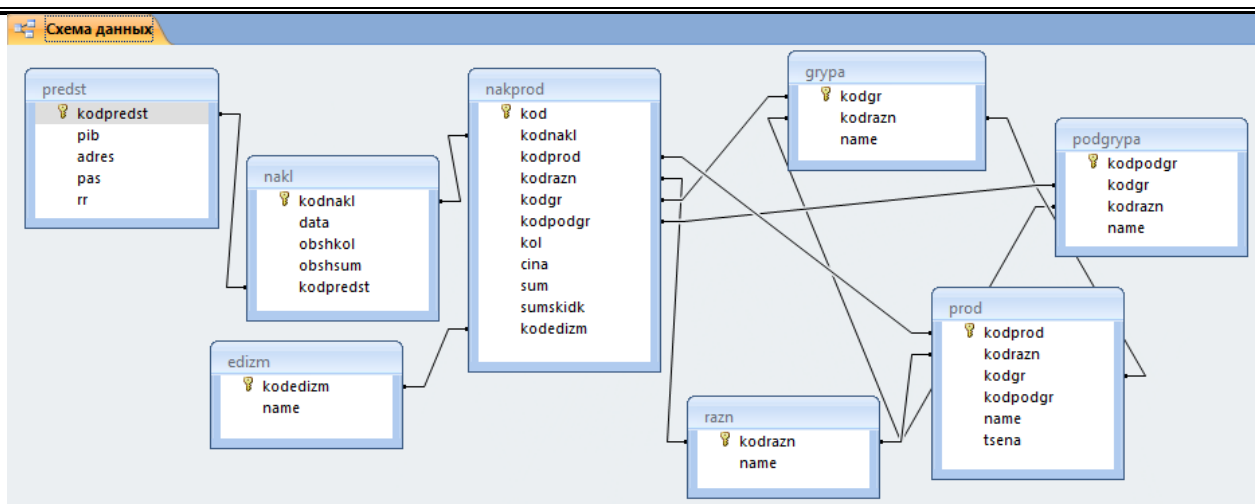


Рисунок 1 – Схема бази даних avon.acddb

Для запуску інформаційної системи обліку продукції Avon необхідно зайти до кореневого каталогу системи та запустити виконавчий файл (avon.exe). При запуску інформаційної системи обліку продукції Avon отримаємо головну форму інформаційної системи (рис. 2). Структурна меню інформаційної системи представлена за допомогою наступних елементів:

- Довідник представників.
- Довідник різновидів косметичної продукції.
- Довідник груп косметичної продукції.
- Довідник підгруп косметичної продукції.
- Довідник косметичної продукції.
- Довідник одиниць вимірювання.
- Накладна на прийом косметичної продукції.
- Облік наявності косметичної продукції
- Вихід.

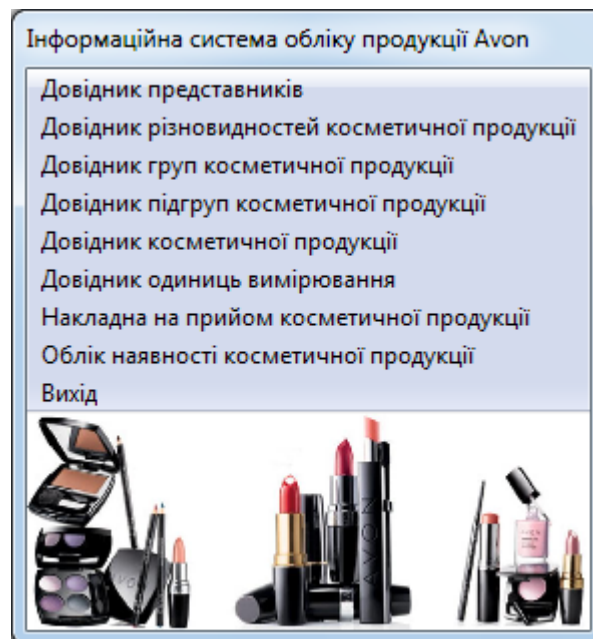


Рисунок 2 – Головна форма інформаційної системи

Далі робота інформаційної системи здійснюється за допомогою форм, які відкриваються при натисканні на відповідний елемент. Приклади форм зображені на рис. 3, 4.

Довідник представників

Прізвище Ім'я По батькові	Адреса	Паспортні данні	Розрахунковий рахунок
▶ Блохіна Діна Андріанівна	вул. Калнишевського Петра 56/5	АК 567894	34216789
Ковригіна Діана Владилівна	вул. Касіяна Василя 45/89	АД 678947	34567893
Мишнев Ірина Олексіївна	вул. Федорова Івана 23/15	ПР 096785	76547865
Жагліна Агнія Юліївна	вул. Фруктова 12/3	ОП 068564	67555433
Лебедєва Ангеліна Йосипівна	вул. Козацька 56	ОЕ 978676	23145678
Михальова Яна Броніславівна	вул. Керченська 12а	ПА 095647	98767890
Лепікова Софія Тихонівна	вул. Оболонська 67/1	АА 456432	76890987
Демидова Дарина Несторівна	вул. Франка Івана 78/9	ПН 567434	23876589
Шихіна Варвара Борисівна	вул. Кондукторська 3/18	ПУ 453245	89045324

Додати Зберегти Змінити Видалити Вихід



Рисунок 3 – Довідник представників

Довідник косметичної продукції

Найменування різновидностей

- Засоби догляду за волоссям
- ▶ Декоративна косметика
- Засоби догляду за обличчям
- Парфумерія
- Засоби догляду за тілом

Найменування груп

- ▶ Тональні основи
- Помади для губ
- Туші для вій
- Блиски для губ
- Тіні для повік

Найменування підгруп

- ▶ Т/к із заспокійливим ефектом
- Т/к Бездоганність SPF 15
- Т/к Матуючий
- Т/к Суперстійкий
- Т/к Luxe SPF 20

Найменування косметичної продукції

Найменування косметичної продукції	Код	Ціна, грн.
▶ Прозорий світлий	41437	156
Натуральний	41436	156
темний бежевий	41421	156
Порцеляновий	41435	156
Бежевий	41422	56

Додати Зберегти Змінити Видалити Вихід



Рисунок 4 – Довідник косметичної продукції

Розроблено автоматизовану інформаційну систему обліку продукції Avon, в якій реалізовано оновлення бази даних описаними довідниками та реалізовано вихідну інформацію, що є найбільш детальною і становить основу для наступної логічної та

арифметичної обробки даних: формування Накладної по прийому косметичної продукції – документа, який оснований на даних з акту оформлення замовлення. Впровадження створеної інформаційної системи обліку продукції AVON дозволить отримати повну, достовірну та своєчасну інформацію стосовно обліку наявності косметичної продукції на офісі (рис. 5).

Облік наявності косметичної продукції на офісі

Продавець консультант	Кількість
Блохіна Діна Андріянівна	68
Ковригіна Діана Владилівна	35
Мишинева Ірина Олексіївна	29
Жагліна Агнія Юлівна	34
Демидова Дарина Несторівна	14

Різновидність	Кількість
Декоративна косметика	7
Парфумерія	20
Засоби догляду за тілом	2

Група	Кількість
Жіночі	9
Чоловічі	11

Підгрупа	Кількість
Туалетна вода	6
Парфумована вода	3

Косметична продукція	Код	Од.вим.	Ціна,грн	Кількість
Infinite Seduction	19606	шт	434	2
Perceive Dew	36614	шт	434	2
Summer White	54740	шт	208	2

AVON

Вихід

Рисунок 5 – Облік наявності косметичної продукції

Висновки. Створена об'єктна модель інформаційної системи обліку продукції AVON, розроблені фізична її модель, логічна структура бази даних, екранні форми по введенню інформації. Таким чином, розроблено інформаційну систему обліку продукції AVON, в якій реалізовано оновлення бази даних наступними довідниками:

- довідник представників;
- довідник різновидностей косметичної продукції;
- довідник груп косметичної продукції;
- довідник підгруп косметичної продукції;
- довідник косметичної продукції;
- довідник одиниць вимірювання

та реалізовано вхідну інформацію, що є найбільш детальною і становить основу для наступної логічної та арифметичної обробки даних:

Впровадження створеної інформаційної системи обліку продукції AVON дозволить отримати повну, достовірну та своєчасну інформацію стосовно обліку наявності косметичної продукції на офісі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гойко А.Ф. Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрями їх реалізації. К.: ВІРА-Р, 2009. 320 с.
2. Гейзлер П. С., Завьялова О. В. Управление проектами. Мн.: Книжный дом Мисанта. 2015. 435 с.
3. Холод Б. И., Ткаченко В. А., Сазонец И. Л. Практика совершенствования оперативного управления. Донецк: ИЭП НАН Украины, 2017. 298с.

4. Дейл К. Дж. Введение в системы баз данных. К.: Диалектика, 2010. 784 с.
5. Конноли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. М.: Издательский дом «Вильямс», 2013. 1120 с.
6. Embarcadero RAD Studio XE. Описание продукта [Электронный ресурс] URL: www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Embarcadero_RAD_Studio_XE.
7. Грошев А.С. Основы работы с базами данных. М.: Интуит НОУ, 2016. 256 с.
8. Alexander M., Kusleika R. Access 2016 Bible. Wiley, 2016. 1152 p.
9. Грох М., Стокман Дж, Пауэлл Г. Microsoft Office Access 2017. Библия пользователя. М.: Диалектика, 2014. 1200 с.
10. Завадський І.О. Основи баз даних. К.: Видавець І.О. Завадський, 2011. 192 с.

REFERENCES

1. Gojko A.F. (2009). Metodi oczi`nki efektyvnosti` i`nvesticzi`j ta pri`oritetni` napryami yikh reali`zaczi`yi. [Methods of evaluating the effectiveness of investment and the priority of direct implementation of realizations]. K.: VIRA-R, 320 p. (in Russia).
2. Gejzler P. S., Zav`yalova O. V. (2015). Upravlenie proektami. [Project management]. Mn.: Bookhouse Misanta. 435 p. (in Russia).
3. Kholod B. I., Tkachenko V. A., Sazonecz I. L. (2017). Praktika sovershenstvovaniya operativnogo upravleniya. [The practice of improving operational management]. Donetsk: IEP NAS of Ukraine, 298 p. (in Russia).
4. Dejl K. (2010). Dzh. Vvedenie v sistemy` baz danny`kh. [Introduction to Database Systems]. K.: Dialectics, 784 p. (in Russia).
5. Konnoli T., Begg K., Strachan A. (2013). Bazy` danny`kh: proektirovanie, realizacziya i soprovozhdenie. Teoriya i praktika. [Databases: design, implementation and maintenance. Theory and practice]. M.: Williams Publishing House, 1120 p. (in Russia).
6. Embarcadero RAD Studio XE. Opisanie produkta. URL: www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Embarcadero_RAD_Studio_XE.
7. Groshev A.S. (2016). Osnovy` raboty` s bazami danny`kh. [Basics of working with databases]. M.: Intuit KNOW, 256 p. (in Russia).
8. Michael Alexander, Richard Kusleika. (2016). Access 2016 Bible. Wiley, 1152 p.
9. Grokh M., Stokman Dzh, Paue`ll G. (2014). Microsoft Office Access 2017. Bibliya pol`zovatelya. [Microsoft Office Access 2017. User Bible.]. M.: Dialectics, 1200 p. (in Russia).
10. Zavads`kij I`O. (2011). Osnovi baz danikh. [The foundations of the Databases]. K.: Bookhouse of I.O. Zavadsky, 192 p. (in Russia).

Мовчан Т.А., Шикун Е.Н.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПРОДУКЦИИ AVON

Компания AVON - косметическая фирма, которая распространяет свою продукцию исключительно через консультантов (сетевой маркетинг). Компания AVON распространяет свою продукцию по методу прямой продажи. Прямая продажа – это реализация товаров и услуг конечному потребителю за пределами обычных мест розничной торговли путем индивидуальной презентации товаров или услуг. Среди компаний, которые работают по методу прямой продажи в Украине, AVON занимает первое место по уровню первого вспоминания названия компании опрашиваемыми и в числе лидеров сред компаний прямой продажи, продукция которых популярна среди потребителей всех возрастных групп в возрасте до 45 лет. Конкурентами ее являются такие фирмы, как – Mary Kay, Oriflame,

Faberlic, Amway. Хорошая информационная система учета, вбирая у себя всю полезную информацию, является наилучшей помощницей персонала и средством успешной деятельности в условиях конкуренции. Поэтому актуальным является создание привлекательной и информативной информационной системы учета продукции Avon.

Для Avon нужно разработать автоматизированную информационную систему учета продукции: структуру меню информационной системы учета продукции Avon, логическую структуру базы данных, физическую модель данных, экранные формы по отображению необходимой информации.

Созданная логическая модель данных, или логическая схема – модель данных конкретной предметной области, выраженная независимо от конкретного продукта управления базами данных или технологии хранения (физическая модель данных), но в терминах структур данных, таких как реляционные таблицы и столбцы, объектно-ориентированные классы или теги XML.

Физическое проектирование базы данных привлекает глубокое использование конкретной технологии управления базами данных. В качестве СКБД использовалась Microsoft Access – система управления базами данных, программа, которая входит в состав пакета офисных программ Microsoft Office.

Созданы экранные формы информационной системы. Для запуска информационной системы учета продукции Avon необходимо зайти к корневому каталогу системы и запустить исполнительный файл. В результате получим главную форму информационной системы. Дальше работа информационной системы осуществляется с помощью форм, которые открываются при нажатии на соответствующий элемент.

Таким образом, разработана автоматизированная информационная система учета продукции Avon, в которой реализовано обновление базы данных и реализована исходная информация, которая является наиболее детальной и представляет основу для последующей логической и арифметической обработки данных. Внедрение созданной информационной системы учета продукции AVON позволит получить полную, достоверную и своевременную информацию относительно учета наличия косметической продукции на офисе

Ключевые слова: *автоматизированная информационная система учета продукции Avon, сетевой маркетинг, логическая структура базы данных, физическое проектирование базы данных, Microsoft Access, экранные формы информационной системы*

Movchan T.A., Shikula E.N.

THE CREATION OF AVON AUTOMATED PRODUCT ACCOUNTING SYSTEM

AVON is a cosmetics company that distributes its products exclusively through consultants (network marketing). AVON distributes its products through the direct sale method. Direct selling is the sale of goods and services to the end consumer outside the usual retail locations through an individual presentation of the goods or services. Among the companies that work by the direct selling method in Ukraine, AVON takes the first place in terms of the first recall of the company's name by the respondents and among the leaders of direct selling companies whose products are popular among consumers of all age groups under the age of 45 years. Its competitors are such companies as Mary Kay, Oriflame, Faberlic, Amway. A good accounting information system, absorbing all the useful information, is the best staff assistant and a means of successful activity in a competitive environment. Therefore, it is urgent to create an attractive and informative information accounting system for Avon products.

For Avon, you need to develop an automated information system for product accounting: the menu structure of the information system for the product accounting Avon, the logical structure of the database, the physical data model, screen forms to display the necessary information.

The created logical data model, or logical scheme, is a model of the specific data domain, expressed independently of a specific database management product or storage technology

(physical data model), but in terms of data structures such as relational tables and columns, object-oriented classes or XML tags.

The physical design of the database involves the deep use of specific database management technology. As an access control system, Microsoft Access was used - a database management system, a program that is part of the Microsoft Office suite of office programs.

Created screen forms of the information system. To start the Avon product accounting information system, you need to go to the root directory of the system and run the executable file. As a result, we get the main form of the information system. Further, the work of the information system is carried out using the forms that open when you click on the corresponding element.

Thus, an automated information system for product accounting Avon was developed, which implements database updates and implements initial information, which is the most detailed and represents the basis for subsequent logical and arithmetic processing of data. Implementation of the created AVON product accounting information system will make it possible to obtain complete, reliable and timely information regarding accounting for the availability of cosmetic products at the office/

Keywords: Avon automated product accounting information system, network marketing, logical database structure, physical database design, Microsoft Access, screen forms of the information system

Наку К.А., Шидула О.М.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ «СИСТЕМА ЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР “EVOLVE YOUR BRAIN”»

Індустрія відеоігор розвивається швидкими темпами, зокрема напрямок відеоігор для мобільних платформ. Деякі ігри на мобільному телефоні можуть розвивати особистість. Це логічні ігри. Більшість додатків для розвитку логічного мислення містять в собі лише одну гру з безліччю рівнів. Майже немає додатків, які б досліджували рівень розвитку інтелекту людини, у користувачів не має можливості відслідковувати свій прогрес, який безперечно існує, адже у будь-якій грі рівень складності підвищується залежно від проходження локацій. Вони також не мають рекомендацій щодо вибору рівня складності у головоломках

Тому актуальною є розробка мобільного застосунку, в якому була б представлена можливість не лише розвивати логічне мислення, але й фіксувати прогрес та визначати рівень логічного мислення людини. Застосунок повинен мати зручний інтерфейс та містити тести і відомі логічні ігри.

Для реалізації програмного продукту використана мова програмування Java та одне з найпопулярніших середовищ для розробки мобільних застосунків – Android Studio. Оскільки додаток має працювати на мобільній платформі Android, то вибране середовище є найкращим рішенням для розробки. Для створення можливості грати у гру вдвох була вибрана технологія Bluetooth. Ця технологія є стандартизованою, отже, проблеми несумісності пристроїв від конкуруючих фірм майже не має. Для реалізації програмного продукту використовувалась мова програмування PHP, яка містить ряд готових бібліотек для роботи із популярними базами даних.

Програмний продукт складається з тестів для визначення ступеня логічного розвитку користувача та двох логічних ігор для покращення різних психічних процесів людини – «Судоку» та «Тетріс». Описано функціонування користувацької частини додатку. Застосунок дає змогу користувачеві не лише визначити свій рівень логічного мислення, але й на основі результату тестування дає рекомендації, щодо його покращення за допомогою логічних ігор. Було вибрано дві логічні гри різних типів, щоб користувачі обрали собі те, що потрібно саме їм. Також ігри мають по три рівні складності, що допоможе не лише просто грати, а й удосконалювати свої вміння та навички, покращуючи свій рівень розвитку та інтелекту.

Ключові слова: програмний додаток, логічний розвиток, Android, Android Studio, Java, «Судоку», «Тетріс», головоломка, користувацька частина.

Постановка проблеми. XXI століття називають століттям інформаційних технологій, адже кожна людина має доступ до океану інформації за допомогою Інтернету. Швидкими темпами розвивається комп'ютерна індустрія, і якщо раніше найбільш потужнішими були стаціонарні комп'ютери, то зараз це смартфони та планшети, які мають великі обчислювальні можливості. Вони користуються величезною популярністю через їх невеликий розмір та вагу. За даними [3] наприкінці першого десятиліття більше ніж півтора мільйони людей на Землі використовують Інтернет, а близько чотирьох мільярдів (більше половини населення планети) користуються мобільними телефонами.

Також дуже швидко розвивається індустрія відеоігор, а саме напрямок відеоігор для мобільних платформ. Найбільш популярні ігри значно випереджають ігри для персональних комп'ютерів та консолі, а за даними компанії SuperData [4] на ринку мобільних ігор дохід за

2018 рік становив 40.6 мільярдів доларів при загальних 91 мільярд доларів для усієї індустрії. Мобільні ігри за структурою є простішими, ніж їх аналоги для інших платформ, а ціна розміщення готового додатку в таких системах розповсюдження, як Google Play [2] найчастіше обмежується одноразовим внеском розробника (в Google Play це 25 доларів).

За результатами узагальнених досліджень кожен, хто має смартфон, грає за його допомогою в ігри. Кожен вибирає ту гру, яка йому більш по душі, але не всі знають, що деякі ігри на мобільному телефоні можуть теж розвивати особистість. Це логічні ігри. Їх безліч – загадки, кросворди, sudoku, какуро, пазли, головоломки. Кожний може знайти ту гру, яка йому більше подобається. Більшість додатків для розвитку логічного мислення, що представлені у додатку «Play Market App Store» App Store для платформи Android [9], містять в собі лише одну гру з безліччю рівнів. Майже немає додатків, які б досліджували рівень розвитку інтелекту людини, у користувачів не має можливості відслідковувати свій прогрес, який безперечно існує, адже у будь-якій грі рівень складності підвищується залежно від проходження локацій: нова локація – новий рівень складності. Тому актуальною є розробка мобільного застосунку, в якому була б представлена можливість не лише розвивати логічне мислення, але й фіксувати прогрес та визначати рівень логічного мислення користувача. Виходячи з цього програмний продукт повинен відповідати таким вимогам:

- містити тести для визначення рівня логічного мислення людини та повідомляти користувачу поточний результат;
- містити дві логічні гри на вибір, для розвитку мислення;
- кожна гра повинна мати по 3 рівня складності.
- ці дві гри повинні бути різнопланові та тренувати різні навички.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проаналізуємо подібні мобільні застосунки, які можна завантажити в додатку «Play Market App Store» для платформи Android. В переважній кількості це програми з досить легкими завданнями на кожен день для підвищення логічного мислення. Одна з таких програм – програма «Мастер логики 1 – Творческая головоломка» розробника Weez Beez (рис. 1). Програма містить складні логічні задачі, для вирішення яких потрібен нестандартний підхід, під час якого тренується логіка, пам'ять, уважність та вміння нестандартно мислити. В програмі є статистика, яка показує рівень навичок користувача у відсотках. Кількість відсотків залежить від кількості правильно розв'язаних задач. На кожен день є певна кількість завдань для тренування різних навичок. Інколи вони кумедні, інколи незрозумілі, але користувачі відмічають покращення логічного мислення, якщо грати щодня. Додаток дає змогу вибрати одну з 19 мов для користування. Кількість завантажень у «Play Market App Store» – 5 мільйонів.



Рисунок 1 – Початкове вікно додатку «Мастер Логик 1»

Ще одна програма «СМАРТ – игры для мозга и логические игры» від розробника Healthy Body Apps. «СМАРТ» – це гра-головоломка для розвитку і тренування розумових навичок (рис. 2). Вона містить близько 28 простих ігор з 600 рівнями для покращення пам'яті, уваги, концентрації та реакції. Всі рівні розроблені для того, щоб користувач поступово розвивав

свої навички. За кожен пройдений рівень гравець отримує бали. Кожен рівень займає близько хвилини і не є виснажливим. Даний додаток є безкоштовним. Він підходить як для дітей, так і для дорослих, особливо для тих, хто любить вирішувати головоломки. «СМАРТ» має 5 мільйонів завантажень та середню оцінку 4,6 із 5 за оцінками користувачів.

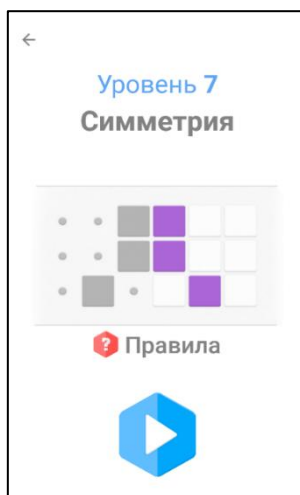


Рисунок 2 – Рівень 7 «Симетрія» додатку «СМАРТ»

Мета дослідження. Метою роботи є розробка мобільного додатку для платформи Android, який містить тести для визначення ступеня логічного розвитку користувача та дві логічні гри для покращення таких психічних процесів людини, таких як пам'ять, увага, мислення та ін. Застосунок повинен мати зручний інтерфейс та містити тести «Логіка», логічні ігри «Судоку» і «Тетріс».

Основний матеріал дослідження. Засоби розробки програмного продукту. Розробка додатків для мобільних пристроїв – це розробка додатків для невеликих портативних пристроїв, таких як смартфони або планшети. Вони можуть бути встановлені на пристрої під час виготовлення, але найчастіше завантажуються користувачами за допомогою різноманітних платформ для розповсюдження програмного забезпечення або є веб-додатками, що обробляються зі сторони клієнта чи сервера.

Для створення мобільного продукту була вибрана мова Java та одне з найпопулярніших середовищ для розробки мобільних застосунків – Android Studio [1]. Android Studio – це інтегроване середовище розробки для роботи з платформою Android. В середовищі присутні макети для створення UI, з яких зазвичай починається робота над додатком [5]. Воно містить інструменти для розробки рішень для смартфонів і планшетів, а також нові технологічні рішення для Android TV, Android Wear, Android Auto, Glass і додаткові контекстуальні модулі.

Для створення можливості грати у гру вдвох була вибрана технологія Bluetooth [9], сучасна технологія бездротової передачі даних, що дозволяє з'єднувати один з одним практично будь-які пристрої, які мають вбудований мікрочіп Bluetooth (мобільні телефони, фотоапарати, планшети та ін.) Ця технологія є стандартизованою, отже, проблеми несумісності пристроїв від конкуруючих фірм майже не має. Інтерфейс Bluetooth дає змогу передавати як голос (зі швидкістю 64 Кбіт/с), так і дані, а принцип дії заснований на використанні радіохвиль у діапазоні ISM. Для реалізації програмного продукту використовувалась мова програмування PHP, яка містить ряд готових бібліотек для роботи із популярними базами даних. Використання PHP може забезпечити максимальну свободу дій і безпеку [10].

Із логічних ігор для додатку були вибрані головоломки «Судоку» та «Тетріс».

«Судоку» – заснована на логіці японська головоломка з числами [8]. Рішення головоломки не вимагає математичних розрахунків, але потребує терпіння і здатності до логічного

мислення. За деякими даними рішення головоломок Судоку поліпшує пам'ять, мислення, а також перешкоджає розвитку і навіть лікує захворювання, пов'язані з головним мозком (таких, як хвороба Альцгеймера).

Тетріс — відеогра-головоломка, розроблена радянським програмістом Олексієм Пажитновим [7] та його колегами. «Тетріс» був вперше написаний Олексієм Пажитновим у червні 1984 на комп'ютері Електроніка-60.

Опис програмного додатку. Програмний продукт «Evolve Your Brain» складається з трьох частин: тестового додатку для визначення рівня логічного мислення користувача, логічної гри «Судоку» та логічної головоломки «Тетріс». Головною з цих частин є тестовий додаток Logic Launcher. Цей додаток складається з чотирьох вікон:

- головне вікно;
- вікно правил;
- вікно тестів;
- вікно результатів.

Головне вікно є привітальним. Воно містить назву тесту «Логіка» та кнопку переходу до вікна правил. Вікно правил містить тестове поле, в якому прописані основні правила логічного тестування. Вікно тестувань складається з десяти форм, що відповідають десяти питанням. На кожній з форм розміщено тестове твердження і три варіанти відповіді. Вірний з них лише один. Вибираючи один з варіант відповіді, користувач автоматично попадає на форму з іншим питанням.

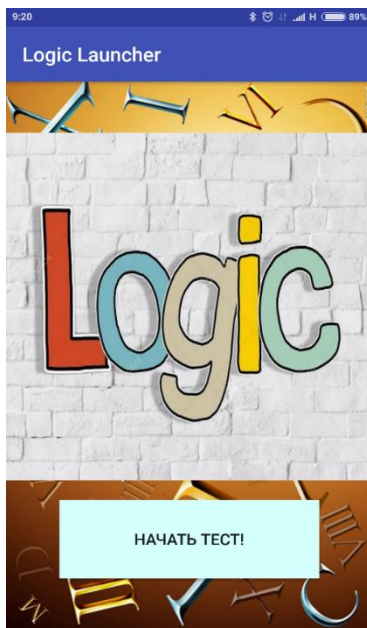


Рисунок 3 – Привітальне вікно додатку «Evolve Your brain»

В тестах досить специфічно побудовані речення, що є незвичним для користувачів (рис.4). Це створено навмисно, щоб оцінити ступінь логічного мислення користувача, відділивши її від знань про оточуючий світ.

Після проходження тесту користувач потрапляє до вікна результатів. Там відображається кількість правильних відповідей (від 0 до 10), за кожен вірну відповідь додається один бал. Також у вікні результатів знаходиться ключ до тесту – залежно від кількості набраних балів визначається відповідний рівень логічного мислення : слабкий рівень (0-3 бали), добре розвинутий рівень логічного мислення (4-7 балів), або прекрасно розвинуте логічне мислення (8-10 балів). Також описані рекомендації щодо вибору рівня в логічних іграх «Тетріс» та «Судоку» (рис. 5).

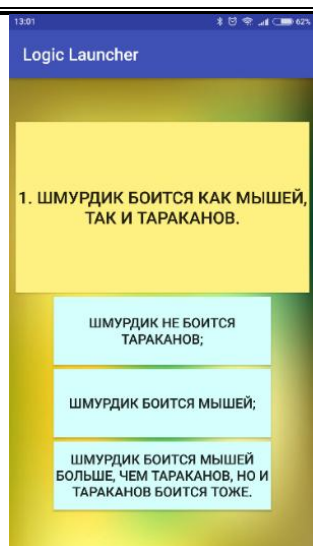


Рисунок 4 – Тестова форма з тестовим твердженням № 1

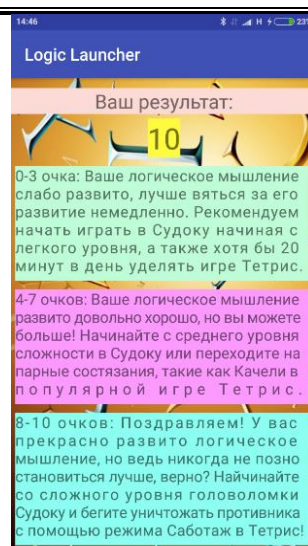


Рисунок 5 – Вікно результатів додатку «Evolve Your brain»

Другим додатком програмного продукту «Evolve Your brain» є логічна головоломка «Судоку» з трьома рівнями складності. Суть головоломки полягає в заповненні клітинок відсутніми числами (рис. 6). Чим більше пустих клітинок – тим вище рівень складності гри. Рішення головоломки не вимагає математичних розрахунків, але потребує терпіння і здатності до логічного мислення.

Третім і останнім додатком програмного продукту «Evolve Your brain» є дуже популярна гра «Тетріс». У вікні гри знаходиться ігрове поле 10 на 20 квадратів. Туди зверху падають стандартні сім фігур гри «Тетріс». Також у верхній частині екрану, справа, показується фігура яка випаде наступною. Пересувати фігури користувач може за допомогою рухів по екрану. Також користувач має можливість грати проти іншого гравця в двох режимах: «Качели» та «Саботаж». В режимі «Качели» обидва гравці складають фігурки тетраміно, кожен на своєму пристрої (рис. 7).



Рисунок 6 – Вікно ігрового поля гри «Судоку». Рівень «Легкий»

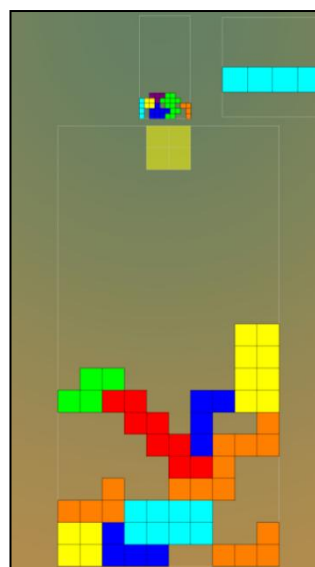


Рисунок 7 – Вікно гри додатку «Тетріс» під змагань з іншим гравцем

Якщо один з гравців складе, і тим самим знищить одну лінію, у іншого знизу з'являється додаткова лінія з випадковими фігурами. В режимі «Саботаж», якщо один з гравців складе лінію, у іншого падає випадкова фігурка, при цьому гравець не зможе її рухати – вона є заблокованою.

Висновки. Спроековано та розроблено програмний продукт, що містить у собі три додатки: тестування для визначення рівня логічного мислення користувача, логічну головоломку «Судоку» та логічну гру «Тетріс». Застосунок дає змогу користувачеві не лише визначити свій рівень логічного мислення, але й на основі результату тестування дає рекомендації, щодо його покращення за допомогою логічних ігор. Було розроблено дві логічні гри різних типів, щоб користувачі обрали собі те, що потрібно саме їм. Також ігри мають по три рівні складності, що допоможе не лише просто грати, а й удосконалювати свої вміння та навички покращуючи свій рівень розвитку та інтелекту і тренуючи мозок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Android Studio официальный сайт. URL: <https://developer.android.com/studio/>
2. Google Play: официальный сайт. URL: <https://play.google.com/store>
3. Internet World Stats. Usage and Population Statistics. URL: <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>
4. SuperData Research: официальный сайт. URL: <https://www.superdataresearch.com/>
5. Левин А. Android на планшетах и смартфонах. СПб: Питер, 2013. 224 с.
6. Медникс З., Дорнин Л., Мик Б., Накамура М. Программирование под Android. – СПб: Питер, 2013. – 560 с.
7. Пажитнов А. URL: <http://stuki-druki.com/authors/Pazhitnov.php>
8. Судоку. URL: <http://www.sudoku.name/rules/ru>
9. Технологія Bluetooth. URL: https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_Bluetooth
10. Цехнер М. Программирование игр под Android. СПб: Питер, 2012. 688 с.

REFERENCES

1. Android Studio: official site. URL: <https://developer.android.com/studio/>
2. Google Play: official site. URL: <https://play.google.com/store>
3. Internet World Stats. Usage and Population Statistics. URL: <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>
4. SuperData Research: official site. URL: <https://www.superdataresearch.com/>
5. Levin A. (2013). Android na planshetakh i smartfonakh. [Android on tablets and smartphones]. St. Petersburg: Piter, 224 p. (in Russia).
6. Medniks Z., Dornin L., Mik B., Nakamura M. (2013). Programmirovaniye pod Android. [Android programming]. St. Petersburg: Piter, 560 p. (in Russia).
7. Pazhitnov A. URL: <http://stuki-druki.com/authors/Pazhitnov.php> (in Russia).
8. Sudoku. URL: <http://www.sudoku.name/rules/ru>
9. Technology Bluetooth. URL: https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_Bluetooth
10. Czekhner M. (2012). Programmirovaniye igr pod Android. [Android game programming]. St. Petersburg: Piter, 688 p. (in Russia).

Наку Е.А., Шикула Е.Н.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНО ПРИЛОЖЕНИЯ «СИСТЕМА ЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР «EVOLVE YOUR BRAIN»

Индустрия видеоигр развивается быстрыми темпами, в частности направление видеоигр для мобильных платформ. Некоторые игры на мобильном телефоне могут развивать личность. Это логические игры. Большинство приложений для развития логического мышления содержат в себе только одну игру с множеством уровней. Почти нет приложений, которые исследовали бы уровень развития интеллекта человека, у пользователей нет возможности отслеживать свой прогресс, который бесспорно присутствует, ведь в любой игре уровень сложности повышается в зависимости от прохождения локаций. Они также не имеют рекомендаций по выбору уровня сложности в головоломках

Поэтому актуальной является разработка мобильного приложения, в котором была бы представлена возможность не только развивать логическое мышление, но и фиксировать прогресс и определять уровень логического мышления человека. Приложение должно иметь удобный интерфейс и содержать тесты и известные логические игры.

Для реализации программного продукта использован язык программирования Java и одна из самых популярных сред для разработки мобильных приложений - Android Studio. Поскольку приложение должно работать на мобильной платформе Android, то избранное среда является лучшим решением для разработки. Для создания возможности играть в игру вдвоем была выбрана технология Bluetooth. Эта технология является стандартизированной, следовательно, проблемы несовместимости устройств от конкурирующих фирм почти нет. Для реализации программного продукта использовался язык программирования PHP, который содержит ряд готовых библиотек для работы с популярными базами данных.

Программный продукт состоит из тестов для определения степени логического развития пользователя и двух логических игр для совершенствования различных психических процессов человека - «Судоку» и «Тетрис». Описано функционирование пользовательской части приложения. Приложение позволяет пользователю не только определить свой уровень логического мышления, но и на основе результата тестирования дает рекомендации по его улучшению с помощью логических игр. Было выбрано две логические игры различных типов, чтобы пользователи выбрали себе то, что нужно именно им. Также игры имеют по три уровня сложности, что поможет не только просто играть, но и совершенствовать свои умения и навыки, улучшая свой уровень развития и интеллекта.

Ключевые слова: *программное приложение, логическое развитие, Android, Android Studio, Java, «Судоку», «Тетрис», головоломка, пользовательская часть.*

Naku K.A., Shikula E.N.

DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION "LOGICAL DEVELOPMENT SYSTEM BASED ON COMPUTER GAMES" EVOLVE YOUR BRAIN "

The video game industry is developing rapidly, in particular the direction of video games for mobile platforms. Some games on a mobile phone can develop personality. These are logic games. Most logical target development applications contain only one game with many levels. There are almost no applications that investigated the level of human intelligence, users have no way to track their progress, which undoubtedly exists, because in any game the level of difficulty increases depending on the locations. They also do not have recommendations for choosing the level of difficulty in puzzles.

Therefore, it is relevant to develop a mobile application in which the opportunity would be presented not only to develop logical thinking, but also to record progress and determine the level of logical thinking of a person. The application should have a convenient interface and contain tests and well-known logic games.

To implement the software product, the Java programming language was used and one of the most popular environments for developing mobile applications - Android Studio. Since the

application should run on the Android mobile platform, the chosen environment is the best development solution. To create the ability to play the game together, Bluetooth technology was chosen. This technology is standardized, therefore, there are almost no problems with device incompatibility from competing firms. To implement the software product, the programming language PHP was used, which contains a number of ready-made libraries for working with popular databases.

The software product consists of tests to determine the degree of logical development of the user and two logical games to improve various human mental processes - “Sudoku” and “Tetris”. The operation of the user part of the application is described. The application allows the user not only to determine their level of logical thinking, but also on the basis of the test result gives recommendations on how to improve it with the help of logical games. Two logical games of various types were chosen so that users chose for themselves what they needed. Games also have three difficulty levels, which will help not only just play, but also improve their skills, improving their level of development and intelligence.

Key words: software application, logical development, Android, Android Studio, Java, Sudoku, Tetris, puzzle, user part.

АВТОРИ ВИПУСКУ

Аксьонов А.В.		
Андрейцев Андрій Юрійович	–	кандидат фізико-математичних наук, доцент, ДУІТ, доцент кафедри вищої та прикладної математики, orcid.org/ 0000-0003-3969-185X
Бажак Ольга Валеріївна	–	асистент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0003-0598-5235
Байрамова Олена Вікторівна	–	кандидат філософських наук, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, доцент кафедри природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін, orcid.org/0000-0002-3199-0612
Батуєв Дмитро Юрійович	–	- старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0003-3597-8458
Будолак Станіслав Юхимович	–	- старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/ 0000-0003-3271-5257
Вяля Юлія Едуардівна	–	ДУІТ, старший викладач кафедри вищої та прикладної математики, orcid.org/0000-0003-0369-3570
Гейлик Анастасія Вадимівна	–	кандидат фізико-математичних наук, ДУІТ, доцент кафедри вищої та прикладної математики, orcid.org/0000-0002-4675-5711
Гімпель Роман Михайлович	–	- кандидат технічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, завідувач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, orcid.org/0000-0003-0546-6654
Глущенко Олександр Андрійович	–	магістрант, кафедра «Інформаційні технології» Державний університет інфраструктури та технологій
Гузенко Захар Миколайович	–	магістрант, кафедра «Інформаційні технології» Державний університет інфраструктури та технологій
Гуменніков Рудольф Вікторович	–	- старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0002-0773-4459
Дем'яненко Сергій Касьянович	–	кандидат технічних наук, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, завідувач кафедри природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті,

		orcid.org/0000-0003-4433-6713
Дорофєєва Зоя Яківна	–	старший викладач кафедри природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0003-3354-578X
Дорошева Антоніна Олександрівна	–	кандидат історичних наук, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, завідувач кафедри соціально-гуманітарних дисциплін, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, orcid.org/0000-0003-3257-7173
Зайцева Діна Олексіївна	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0002-9657-9429
Іваненко Віталій Миколайович	–	старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0003-3271-5257
Клецька Тетяна Сергіївна	–	кандидат історичних наук, доцент, ДУІТ, доцент кафедри вищої та прикладної математики, orcid.org/0000-0002-7619-496X
Кондратюк Е.Е.	–	аспірант КІВТ ДУІТ факультету судноводіння, кафедра технічних систем та процесів управління в судноводінні, аспірант кафедри ТС ПУ СВ
Куденцов Павел Георгиевич	–	Магістрант, кафедра «Информационные технологии» Государственный университет инфраструктуры и технологий
Ляшко Ольга Вікторівна	–	кандидат фізико-математичних наук, доцент, ДУІТ, завідувач кафедри вищої та прикладної математики, orcid.org/0000-0003-2616-898X
Маранов Олександр Вікторович	–	к.т.н., доцент, КІВТ ДУІТ факультет судноводіння, кафедра технічних систем та процесів управління в судноводінні, завідувач кафедри ТС ПУ СВ,
Маранов Олександр Вікторович	–	кандидат технічних наук, доцент, КІВТ ДУІТ факультет судноводіння, кафедра технічних систем та процесів управління в судноводінні, завідувач кафедри ТС ПУ СВ, orcid.org/0000-0002-5854-0240
Медведєва Олена Юріївна	–	кандидат філологічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, orcid.org/0000-0002-0497-5767
Мовчан Тетяна Олександрівна	–	магістрант, кафедра «Інформаційні технології» Державний університет інфраструктури та технологій
Наку Катерина Андреевна	–	магістрант, кафедра «Інформаційні технології» Державний університет інфраструктури та технологій
Нечитайло В.І.		

Охріменко Ольга Всеволодівна	–	старший викладач кафедри «Інформаційних технологій», Державного університету інфраструктури і технологій, orcid.org/ 0000-0002-3763-5478
Рябчук Інна Олександрівна	–	старший викладач, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0002-7468-923X
Ткаченко Віталій Володимирович	–	старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0002-9142-0515
Трішин В'ячеслав Валентинович	–	старший викладач кафедри природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0001-7562-2662
Урум Наталія Степанівна	–	кандидат педагогічних наук, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, orcid.org/0000-0003-2493-9314
Хандусь Б.С.	–	аспірант КІВТ ДУІТ факультету судноводіння, кафедра технічних систем та процесів управління в судноводінні, аспірант кафедри ТС ПУ СВ, orcid.org/0000-0001-5515-8110
Чебан Валерій Іларіонович	–	старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, orcid.org/0000-0001-9662-8617
Шикула Олена Миколаївна	–	доктор фізико-математичних наук, професор, кафедра «Інформаційні технології» Державний університет інфраструктури та технологій, orcid.org/0000-0002-7385-2816
Якусевич Юрій Геннадійович	–	кандидат технічних наук, доцент, Дунайський факультет морського та річкового транспорту ДУІТ, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті, orcid.org/0000-0002-5933-5417

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

1. До друку у збірнику наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій «Водний транспорт» приймаються лише наукові статті, які мають такі необхідні елементи: **постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.**

2. Стаття має відповідати тематичному спрямуванню журналу і бути завізована власноручно підписом автора. Відповідальність за матеріали, наведені у статті, несе автор.

Разом з текстом статті і електронним носієм із записаним текстом до редколегії надаються: рецензія на статтю доктора наук (професора); довідка про авторів (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, почесне звання, місце роботи, посада, номер контактного телефону, обліковий запис автора ORCID, поштова адреса).

3. Матеріал треба викладати стисло, послідовно, стилістично грамотно. Терміни та позначення повинні відповідати чинним стандартам. Не допускаються повтори, а також зайві подробиці при переказі раніше опублікованих відомостей – замість цього подаються посилання на літературні джерела. Одиниці вимірювання слід подавати лише за міжнародною системою одиниць SI чи в одиницях, допущених до застосування в Україні згідно з вимогами чинних державних стандартів.

4. До рукопису додається анотація трьома мовами (**українська, російська, англійська**), в якій має бути чітко сформульована головна ідея статті та коротко обґрунтована її актуальність (**обсяг не менш 1000 знаків**), а також ключові слова (трьома мовами, 5-10 слів).

5. Цитати, таблиці, статистичні дані, цифрові показники, що підвищують рівень аналітичних матеріалів, подаються з посиланням на джерела. Таблиці мають бути пронумеровані й мати заголовок.

6. Текстові матеріали готуються та друкуються на аркушах білого одностороннього паперу з використанням комп'ютерних текстових редакторів MS Word для Windows 98/2000/XP (формат A4), для набору формул використовують вбудовані редактори рівнянь, табличні матеріали можуть готуватись з використанням електронних таблиць (MS Excel). При цьому має застосовуватись шрифт Times New Roman.

7. Матеріали набирають та розміщують у послідовності: УДК – 12 пунктів, курсив (УДК повинно бути обов'язково). Розміщують зліва на сторінці; автори – 12 пунктів, напівжирний курсив. Розміщують зліва на сторінці; **НАЗВА СТАТТІ** – прописні літери, 12 пунктів, напівжирний. Розміщують посередині сторінки; анотація – 12 пунктів, курсив; основний текст – 12 пунктів, звичайний; **ЛІТЕРАТУРА** – 12 пунктів, напівжирний

8. Текст, формули, таблиці, рисунки, діаграми, схеми розміщуються на сторінці в одній колонці. Відступ першого рядка абзацу – 10 мм, інтервал між рядками – одинарний. Інтервали між елементами матеріалу такі: УДК – автори – 2; автори – назва статті – 2; назва статті – анотація – 2; анотація – основний текст – 1;

основний текст – назва таблиці (верхній край рисунка, схеми, діаграми) – 1; назва таблиці – її верхній край (нижній край рисунка, діаграми, схеми – їхні назви) – 1; нижній край таблиці (назва рисунка, діаграми, схеми) – основний текст – 1; основний текст – **ЛІТЕРАТУРА** – 1; **ЛІТЕРАТУРА** – список літератури – 1.

Усі рисунки, таблиці, діаграми повинні мати назви та номери. Слова Рисунок, Таблиця, Діаграма, Схема та їхні номери набираються звичайним шрифтом, 12 пунктів, назви таблиць

розміщуються над таблицями, а рисунків, діаграм, схем – під ними. Відривати назви від зазначених елементів забороняється.

Від рисунка до підпису і від підпису до наступного тексту потрібно відступити один інтервал. Посилання в тексті на таблиці або на рисунки даються у скороченому вигляді звичайним шрифтом: «табл. 1» або «рис.1».

Якщо таблиця не вміщається на одній сторінці, всі її колонки нумерують, а над перенесеною частиною таблиці справа надписують: «Продовження табл. 1» або «Закінчення табл. 1».

9. Графічні файли з формулами, графіками, рисунками, схемами та фотографіями повинні бути розташовані в тексті в таблиці MS Word. Номер формули проставляється справа в кінці рядка, в круглих дужках, не виходячи на поле. Формули розташовуються на сторінці по центру. Між ними та текстом витримується інтервал в один рядок.

Вводяться вони в графічному редакторі Microsoft Equation 3.0 для MS Word. Латинські літери та позначення величин (символи) набирають курсивом, українські та російські літери – тільки прямим шрифтом.

10. Список використаної літератури складається двома мовами та повинен включати **не менш 10 джерел кожний**. Перший (мовою оригінала джерела) відповідно до ДСТУ 7.1:2006, ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання: загальні положення та правила складання». Другий (References) латиницею (транслітерацією) з обов'язковим перекладом назви джерела на англійську мову.

11.Рекомендується при оформленні наукової статті використовувати ДСТУ 3008:2015–ЗВІТИ У СФЕРІ НАУКИ І ТЕХНІКИ. Структура та правила оформлювання.